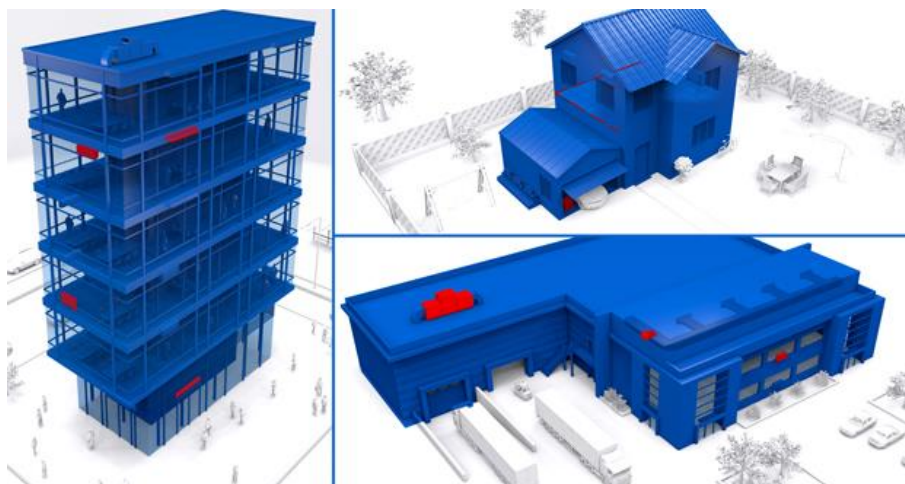




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Projeto de uma Instalação de Climatização para um Edifício Hospitalar

TELMO FILIPE DA SILVA SOUSA
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador (es):

Professor Especialista João Antero Cardoso

Júri:

Presidente: Professor Doutor Rui Pedro Chedas Sampaio

Vogais:

Professor Especialista Eduardo António Oliveira Vicente Nunes

Professor Especialista João Antero Nascimento dos Santos
Cardoso

Setembro 2014

Agradecimentos

Agradeço a todos os que me ajudaram no meu percurso académico e desenvolvimento pessoal. Agradeço também à minha Família, amigos, docentes e camaradas pelo apoio na deste trabalho e à Direção de Infraestruturas da Força Aérea Portuguesa pela confiança demonstrada ao disponibilizar toda a documentação e informação necessária para a execução deste projeto.

Resumo

Com a reestruturação das Forças Armadas surgiu a necessidade de juntar algumas áreas hospitalares. É neste âmbito que surge este projeto, o qual consiste na construção de um novo edifício para a Marinha, que se destina ao Centro de Medicina Subaquática e Hiperbárica (CMSH), sendo um pólo de saúde operacional da estrutura de saúde. Neste trabalho pretende-se dimensionar o sistema AVAC deste edifício.

Foi realizada uma pesquisa exaustiva dos procedimentos, métodos e legislação a utilizar neste tipo de projeto, de forma a determinar as necessidades para obter o conforto térmico no interior do edifício. O dimensionamento deste projeto teve como base a utilização do programa Hourly Analyses (HAP), o qual possibilitou dimensionar os sistemas e obter dados importantes na caracterização de espaços e sistemas.

Foram efetuados os cálculos necessários para o dimensionamento de sistemas, condutas, tubagens, depósitos, válvulas e componentes diversos. Foram selecionados os equipamentos, componentes e apresentados os sistemas de controlo a utilizar.

Todo o projeto teve sempre como base de pesquisa e consulta de um conjunto de normas e especificações técnicas, nacionais e internacionais. Com a nova regulamentação houve uma maior exigência ambiental e maior rigor no dimensionamento dos sistemas.

(Página propositadamente deixada em branco)

Abstract

With the restructuration of the Portuguese Armed Forces, the need to join some hospital areas emerged. In this context this project emerged, this describes the construction of a new building for the Navy, it will be used as a Center for Underwater and Hyperbaric Medicine (CMSH) is a pole of operational health for the health structure. This work intends to scale the HVAC system of the building.

The design of this project was based on the use of Hourly Analyses (HAP) program, with this was possible scaling systems and to obtain important data on the characterization of spaces and structures. An exhaustive research of the methods and standards used for these type of projects and on this basis certain needs were obtained thermal comfort. The necessary calculations for sizing systems, ducts, pipes, tanks, valves and various components were made. Equipment and components were selected and control systems were presented.

The whole project has always been based on the search query of a set of technical standards, national and international specifications. With the new regulations, there was a higher environmental standards and increased rigor in the design of systems.

(Página propositadamente deixada em branco)

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Interação térmica do corpo humano e o ambiente	3
Figura 1.2 – PPD em função de PMV	4
Figura 1.3 – Relação temperatura operativa ótima com a atividade e vestuário (PPD < 10%)	5
Figura 1.4 – Ilustração das diferentes áreas	15
Figura 2.1 – Localização da Unidade e do edifício.	20
Figura 2.2 – Fatores que influenciam as perdas e ganhos energéticos de uma sala.	26
Figura 2.3 – Balanço energético de um edifício.	26
Figura 2.4 – Percursos típicos na propagação de ruído	43
Figura 3.1 – Pontos da tabela de temperaturas normais no CARRIER HDPsyChart, para Julho e Agosto ...	49
Figura 3.2 – Temperatura Projeto bolbo húmido no verão.....	49
Figura 3.3 – Pontos da tabela de temperaturas normais no CARRIER HDPsyChart, para Janeiro e Fevereiro	50
Figura 3.4 – Temperatura. Projeto bolbo húmido no inverno.	50
Figura 3.5 – Parâmetros de projeto.	51
Figura 3.6 – Determinação das temperaturas de bolbo húmido.	52
Figura 3.7 – Menu “Design Solar” corrigido.....	54
Figura 3.8 – Menu “Simulation”.....	54
Figura 3.9 – Envolventes.....	55
Figura 3.10 – Menu “Walls”	55
Figura 3.11 – Menu “Windows”	56
Figura 3.12 – Menu “Doors”	56
Figura 3.13 – Menus “Shades” e “Roofs”	57
Figura 3.14 – Dimensões para o menu “Shades”	57
Figura 3.15 – Menu “Schedules”	58
Figura 3.16 – Menu “Schedules” separador “Hourly Profiles”	58
Figura 3.17 – Menu “Schedules” separador “Assignments”	59
Figura 3.18 – Menus “Spaces”	60
Figura 3.19 – Menu “Spaces” separador “Internals”	60
Figura 3.20 – Separador “Walls, Windows, Doors”	61
Figura 3.21 – Separador “Floors”.....	62
Figura 3.22 – Separador “Partitions”	62
Figura 3.23 – Linha de temperatura para o espaço não climatizado.	64
Figura 3.24 – Dados “Partition” para a Esterilização.	65
Figura 3.25 – HAP menu “Systems” separador “General”.....	67
Figura 3.26 – Esquema da unidade terminal (Direct Ventilation)	67
Figura 3.27 – Esquema da unidade terminal (Common Ventilation)	68
Figura 3.28 – HAP Vent System Components.....	68
Figura 3.29 – Item “Vent Reclaim”	69
Figura 3.30 – Items “Cooling Coil” e “Heating Coil”.	70

Figura 3.31 – Humidade relativa ótima para minimizar efeitos nocivos à saúde.....	71
Figura 3.32 – Item “ <i>Dehumidification</i> ”	71
Figura 3.33 – Items “ <i>Vent Fan</i> ” e “ <i>Exhaust Fan</i> ”.	72
Figura 3.34 – Separador “ <i>Zone Components</i> ” item “ <i>Spaces</i> ”.	73
Figura 3.35 –Item “ <i>Thermostats</i> ”	74
Figura 4.1 – Sub-circuito equilibrado com três unidades terminais	83
Figura 4.2 – Sistema a quatro tubos	84
Figura 4.3 – Perdas de pressão para a água em tubagens em aço comerciais (Schedule 40) em unidades S.I.	89
Figura 4.4 – Dimensionamento condutas	96
Figura 4.5 – Métodos de difusão.....	98
Figura 4.6 – Zona ocupada a ser climatizada com velocidades de até 0,2m/s	98
Figura 6.1 – Áreas gabinete médico 1.....	167
Figura 6.2 – Perfil DCV.....	169
Figura 6.3 – Representação da HR para as temperaturas do sistema	171
Figura 6.4 – Figura 5 do ASHRAE Fundamentals 2009, Cap.9.12	177

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 – Classificação do ar de extração (ETA) e de libertação para o exterior (EHA).....	9
Tabela 1.2 – Possibilidade de recircular o ar.	9
Tabela 1.3 – Classificação do ar exterior.....	9
Tabela 1.4 – Classificação do ar exterior pela concentração de CO ₂	9
Tabela 1.5 – Classificação dos filtros EPA, HEPA e eULPA	11
Tabela 1.6 – Classificação dos filtros pela EN 779.....	11
Tabela 1.7 – Classificação EN 1886 Resistência Mecânica	12
Tabela 1.8 – Classificação EN 1886 Estanquidade.....	12
Tabela 1.9 – Classificação EN 1886 Bypass ao filtro.....	12
Tabela 1.10 – Classificação EN 1886 Transmissão térmica	12
Tabela 1.11 – Classificação EN 1886 Pontes potência	12
Tabela 1.12 – Tabela de classificação de ar novo por pessoa EN 15251	14
Tabela 1.13 – Tabela de classificação de ar novo por metro quadrado EN 15251	14
Tabela 2.1 – Tabela de ganhos internos.....	32
Tabela 2.2 – Tabela de salas	33
Tabela 2.3 – Caudais de ar novo pela Norma EN 15251.	34
Tabela 2.4 – Caudais de ar novo mínimo trazido pela ocupação	35
Tabela 2.5 – Caudais de ar novo mínima em função dos poluentes do edifício	35
Tabela 2.6 – Caudais mínimos de extração em instalações específicas	35
Tabela 2.7 – Caudais de ar novo pelo regulamento SCE.....	36
Tabela 2.8 – Tabela de renovações ACSS – ET 06/2010.....	36
Tabela 2.9 – Tabela para a solução 10 do ACSS	37
Tabela 2.10 – Tabela para a solução 20 do ACSS	37
Tabela 2.11 – Tabela para a solução 15 do ACSS	37
Tabela 2.12 – Tabela para a solução 11 do ACSS	37
Tabela 2.13 – Caudais de ar novo pelo regulamento da ACSS	38
Tabela 2.14 – Caudais de ar novo adotados equilibrados	40
Tabela 3.1 – Valores corrigidos para o perfil de temperaturas.	51
Tabela 3.2 – Valores corrigidos para o perfil de temperaturas de bolbo húmido.	52
Tabela 3.3 – Perfis solares	53
Tabela 3.4 – Fatores de multiplicação corrigidos.....	53
Tabela 4.1 – Designação dos Ventiloinvetores.	80
Tabela 4.2 – Caudais dos sistemas	88
Tabela 4.3 – Dimensionamento de depósito de inércia	92
Tabela 6.1 – Caudais dos sistemas	169

(Página propositadamente deixada em branco)

Nomenclatura

Incógnitas

R_{se} –	Resistência térmica exterior [$m^2.K/W$]
R_{si} –	Resistência térmica interior [$m^2.K/W$]
λ –	Condutibilidade térmica [$W/(m.K)$ ou $W/(m.^{\circ}C)$]
λ_D –	Condutibilidade térmica declarada [$W/(m.K)$ ou $W/(m.^{\circ}C)$]
U –	Coeficiente de transmissão térmica [$W/(m^2.K)$]
P_n –	Potência total dos sistemas de luminárias instaladas
F_O –	Fator de controlo por ocupação
F_D –	Fator de controlo por disponibilidade de luz natural
P_C –	Potência total dos equipamentos de controlo para as luminárias em funcionamento
A –	Área interior útil da zona (m^2)
V –	Velocidade da água (m/s)
C –	Coeficiente de rugosidade (ASHRAE Fundamentals, Cap. 22)
D –	Diâmetro interior da tubagem (m)
ρ –	Massa específica da água (Kg/m^3)
g –	Aceleração da gravidade (m/s^2)
U_g –	Coeficiente de transmissão térmica do vidro;
U_f –	Coeficiente de transmissão térmica da caixilharia;
Ψ_g –	Coeficiente de transmissão linear da junção entre o vidro e a caixilharia.
PM –	Potência máxima da unidade [kW]
Pm –	Potência mínima da instalação [kW]
Em –	Escalões mínimo de funcionamento [%] (seguiu-se o utilizado no documento)
dT –	Diferencial de temperatura entre escalões de funcionamento [$^{\circ}C$]
t –	Tempo entre arranques dos compressores [minuto]
V_i –	Volume de água da instalação [litros]
K –	É igual a 1 por o fluido ser água;
Q –	Potência de arrefecimento total do chiller [$Kcal/h$];
N –	Numero de compressores;
n –	Percentagem de potência de arrefecimento extraída do circuito.

Siglas e Abreviaturas

ISEL	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
ADEM	Área Departamental de Engenharia Mecânica
CMSH	Centro de Medicina Subaquática e Hiperbárica
HR	Humidade Relativa
UPS	Fonte de alimentação ininterrupta (<i>uninterruptible power supply</i>)
I.S.	Instalações Sanitárias
CO_2	Dióxido de carbono
cfm	Cubic feet per minute ($1L/s = 2,1188$ cfm)
DCV	Demand Controlled Ventilation.
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

DGIES -	Direção-Geral das Instalações e Equipamentos da Saúde (DGIES)
CE	Comissão Europeia
CEN	European Committee for Standardization.
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
HR	Humidade Relativa
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
VC	Ventilo convetor
PPM	Partes Por Milhão
VAV	Volume de Ar Variável
CAV	Volume de Ar Constante (Constant Air Volume)
VCG	Ventilo Convectores para a Unidade de tratamento de Ar Geral
VCE	Ventilo Convectores para a Unidade de tratamento de Ar das Salas Especiais
VCEt	Ventilo Convectores para a Unidade de tratamento de Ar para a Esterilização
QVent	Trocas de calor devido às infiltrações;
QRad_sol	Transmissão de calor por radiação solar;
QGI	Ganhos térmicos devido aos equipamentos interiores;
QCond	Transmissão de calor por condução.
e	Espessura do material [m]
RSECE -	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios;
RCCTE -	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios;
SCE -	Sistema Certificação Energética dos Edifícios;
ETA –	Extraction air (ar de extração)
EHA –	Exhaust air (ar libertado para o ambiente)
EPA -	Efficient Particulate Air filter
HEPA -	High Efficiency Particulate Air filter
ULPA -	Ultra Low Penetration Air filter
Kv -	Coeficiente de passagem de caudal para válvulas
ACSS -	Administração Central do Sistema de Saúde;
DPI -	Densidade de Potencia de Iluminação;
PMV -	Predicted Mean Vote (Votos Médios Estimados);
PPD	Perdicted Percentage Dissatisfied (Percentagem de Pessoas Insatisfeitas);
NC -	Tangente de Critério de Ruído (Noise Criteria)
RC -	Critério da Sala (RC – Room Criterion)
NCB -	Critério de Balanço de Ruído (NCB – Balance Noise Criterion)
RNC -	Critério de Ruído na Sala (RNC – Room Noise Criteria)
ANSI -	American National Standards Institute

Índice

1.1. Contexto e motivação	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Organização do trabalho	2
1.4. Conforto	2
1.5. Legislação	5
1.5.1. ACSS ET 06/2008 - Especificações Técnicas para instalações de AVAC.....	6
1.5.2. Decreto-Lei n.º 78/2006 – Sistema Nacional de Certificação Energética e de Qualidade do Ar Interior em Edifícios (SCE)	6
1.5.3. Decreto-Lei n.º 79/2006 – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)	7
1.5.4. Decreto-Lei n.º 80/2006 – Regulamento das Características de Comportamento Térmicos dos Edifícios (RCCTE).....	8
1.5.5. Norma EN 13779:2007 – Ventilação em edifícios não residenciais	8
1.5.6. Norma EN13053	10
1.5.7. Norma EN 1822:2010	10
1.5.8. Norma EN 779:2012	11
1.5.9. Norma EN 1886:2007	12
1.5.10. EN 15193 : 2006.....	13
1.5.11. Norma EN15251: 2007	13
1.5.12. Norma EN ISO 10077-1:2000	14
1.5.13. Norma ISO 10077-2: 2003	16
1.5.14. Informação Técnica de Edifícios (ITE - 50).....	16
1.5.15. Normas ASHRAE.....	16
2.1. Enquadramento do Edifício	19
2.1.1. Localização.....	19
2.1.2. Caracterização dos espaços.....	20
2.2. Características do edifício	25
2.2.1. Trocas energéticas nas envolventes	27
2.2.1.1. Paredes e Pavimentos	28
2.2.1.2. Vãos envidraçados.....	30
2.2.1.3. Portas.....	31
2.2.1. Iluminação, equipamentos e Ocupação	31
2.3. Requisitos técnicos do edifício	32
2.3.1. Requisitos dos espaços	33
2.3.2. Requisitos dos sistemas	40
2.3.2.1. Centrais de frio	40

2.3.2.2. Centrais de calor	41
2.3.2.3. Unidades de Tratamento de Ar Novo (UTAN)	41
2.3.2.4. Unidades Terminais	42
2.3.2.5. Ventilação	42
2.3.2.6. Humidificação	42
2.3.2.7. Admissão e Extração.....	42
2.3.3. Nível de ruído.....	43
2.3.4. Aspetos de manutenção e instalação	45
3.1. Caracterização das condições exteriores e das envolventes, no HAP.....	48
3.1.1. Determinação das condições exteriores, no HAP.....	48
3.1.2. Caracterização das envolventes no HAP.....	54
3.1.3. Caracterização das cargas horárias no HAP	57
3.1.4. Caracterização das salas no HAP.	59
3.1.5. Restantes salas.....	64
3.1.6. Centrais térmicas no HAP	66
3.2. Dimensionamento dos Sistemas no HAP	66
4.1. Seleção dos sistemas	77
4.1.1. Seleção das Unidades de Tratamento de Ar.....	77
4.1.2. Seleção das Unidades Terminais.....	79
4.2. Dimensionamento das Centrais Térmicas	80
4.3. Extração	82
4.4. Dimensionamento das Redes	82
4.4.1. Circuito hidráulico.....	82
4.4.1.1. Necessidade de equilibrar	83
4.4.1.2. Descrição do circuito	84
4.4.1.3. Dimensionamento da rede hidráulica	86
4.4.1.4. Dimensionamento das bombas de circulação.....	90
4.4.1.5. Dimensionamento depósito inercia	90
4.4.1.6. Vaso de expansão	93
4.4.1.7. Componentes hidráulicos	93
4.4.2. Circuito Aeráulico.....	95
4.4.3. Dimensionamento do ventilador de extração	97
4.5. Difusores.....	97
4.6. Controlo dos sistemas	99
4.6.1. Unidades de Tratamento de Ar	99
4.6.2. Ventiloinvetores (VC)	100
4.6.3. Circuito do chiller mais a bomba de calor	100
ANEXO A Quantis Empíricas máximas e mínimas Lisboa / Portela.....	113
ANEXO B Normais de temperatura e Diagrama psicrométrico	115
ANEXO C Catálogo SAINT-GOBAIN SGGSTADIP 33.1, 55.1 e 66.1	117
ANEXO D Tabelas dos vãos envidraçados	121
ANEXO E Esquemas Iluminação	123

ANEXO F	Densidade de cargas para equipamentos de escritório ASHRAE Handbook Fundamentals.....	125
ANEXO G	Particularidades das salas	127
ANEXO H	Systems Design Report air System sizing summary from HAP	131
ANEXO I	Cortes construtivos verticais e horizontais.....	133
ANEXO J	Catálogos dos sistemas selecionados.....	135
ANEXO K	Tabela das perdas de carga nas tubagens	137
ANEXO L	Catálogo das bombas hidráulicas selecionadas	139
ANEXO M	Esquema unifilar hidráulico.....	141
ANEXO N	Desenhos da distribuição dos sistemas e condutas	143
ANEXO O	Fugas de ar pelas portas	145
ANEXO P	Parâmetros do HAP para a UTAN ESP	147
ANEXO Q	Dimensões condutas.....	149
ANEXO R	Catálogo Sandometal depósito de inércia.....	153
ANEXO S	Relatório do HAP para o chiller	155
ANEXO T	Relatório do HAP para a caldeira.....	157
ANEXO U	Desenhos de controlo	159
ANEXO V	Catálogos de componentes utilizados.....	161
ANEXO W	Justificações, opções e estudos do projeto	163
ANEXO X	Norma EN13779 – Perdas de carga nos componentes	173
ANEXO Y	Tabela síntese de difusores e grelhas	175
ANEXO Z	Zonas de conforto no Verão e Inverno.....	177
ANEXO AA	Lista de material	179

1 Introdução

O presente capítulo explica as razões que motivaram a realização deste projeto e os resultados que se pretende obter. Foi também efetuado um enquadramento histórico, um levantamento da legislação em vigor e dos princípios e metodologias utilizados neste projeto.

1.1.Contexto e motivação

O presente projeto é realizado no âmbito de Projeto Final de Curso do Mestrado em Engenharia Mecânica, Ramo de Energia, Refrigeração e Climatização, da Área Departamental de Engenharia Mecânica (ADEM), no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

Durante a formação académica, no ISEL, foram lecionados vários temas ligados á área de Energia, Refrigeração e Climatização, os trabalhos realizados contribuíram para uma melhor compreensão das temáticas.

A realização deste trabalho surgiu do interesse na área de climatização. Este não será apenas mais um anteprojeto, pois pretende-se que seja mais construtivo, justificando-se cada opção tomada. O facto de ser um edifício em construção, permitirá compreender as soluções adotadas pelo construtor e as consequências na climatização.

Além do acima referido, os sistemas e métodos de Climatização estão em constante evolução, onde a necessidade de controlar o meio - temperaturas, humidades, etc.- está sempre presente. Isto faz deste projeto uma mais-valia, não só para a instituição, como para o desenvolvimento pessoal e profissional do autor.

1.2.Objetivos

Os trabalhos realizados durante a formação, em cada disciplina, foram importantes na aquisição e consolidação de conhecimentos, contudo estes serão abordados de uma forma abrangente. Este trabalho pretende ser uma continuação natural do desenvolvimento dos conhecimentos adquiridos no ISEL, com o objetivo de futuro a adequação ao mercado de trabalho, isto é aos parâmetros de um projeto real.

1.3.Organização do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, onde se faz: uma abordagem legal do projeto; o dimensionamento e seleção de sistemas e componentes utilizados; e, por fim, uma discussão dos resultados e conclusão.

No capítulo 1 será efetuada uma abordagem ao conceito de conforto e um enquadramento legal do projeto. Neste é efetuada uma exposição e breve descrição de algumas normas e instruções abordadas, incluindo algumas que, apesar de não terem diretamente influencia no projeto, contribuíram para a aquisição de conhecimentos importantes.

No capítulo 2 será efetuada a apresentação do edifício, da sua localização e descrição das características estruturais. Aqui será também aplicada da legislação em vigor, relativamente às necessidades de conforto térmico. São apresentados, também, valores e resultados dos cálculos efetuados.

No 3º capítulo será apresentado uma descrição dos dados inseridos no programe utilizado e serão, também, dadas justificações para alguns dados selecionados.

Noa capítulo 4 será apresentada a seleção de equipamentos e componentes, bem como o dimensionamento das redes.

No último capítulo será apresentado uma discussão dos resultados obtidos e opções tomadas, apresentando um comentário crítico ao projeto efetuado. Será aqui, também, que será efetuada a conclusão do relatório, resumindo a realização deste projeto.

1.4.Conforto

O conforto térmico não é um conceito exato, este depende de variáveis quantificáveis e de outras dificilmente quantificáveis. O metabolismo do corpo humano reage de forma diferente em cada um de nós, fazendo com que seja difícil quantifica-lo, de uma forma genérica. Assim, o conforto térmico ocorre quando as trocas de calor com o exterior são mínimas, quando a humidade na pele é baixa e quando o esforço físico de regulação térmica no interior do nosso corpo é mínimo [1].

Nesta pequena abordagem ao tema serão apresentadas seguidamente, de forma sucinta, duas metodologias trazidas pela ASHRAE Standard 55 e pela norma ISO 7730 , as quais são baseadas nos estudos reportados por Fanger et al. Os estudos foram realizados recorrendo à opinião dos vários sujeitos a teste. As recomendações apresentadas nos documentos têm em

consideração a assimetria na temperatura de radiação em superfícies horizontais quentes (tetos quentes) e em superfícies verticais frias (janelas frias).

As normas ASHRAE concentram-se na atividade metabólica do corpo humano. Esta atividade, para além de ser diferente em cada ser humano, não é constante. Quando caminhamos, dormimos, corremos, etc., o nosso corpo tem atividades metabólicas diferentes. A atividade metabólica do corpo humano é medida em “met”, que corresponde ao calor libertado por um ser humano em repouso em média 1 met corresponde a $58,2 \text{ W/m}^2$ [1].

A interação do corpo humano com o exterior encontra-se esquematizada na figura 1.1. O metabolismo do corpo humano (M) depende da sua atividade (M_{at}) e do rácio metabólico gerado quando o corpo treme para se aquecer (M_{shiv}). Parte da energia gerada é consumida em forma de trabalho (W), o calor gerado não consumido ($M-W$) é transferida para o ambiente pela superfície da pele ($q_{sk} = C + R + E_{sk}$), pela respiração ($q_{res} = C_{res} + E_{res}$) e por possíveis anomalias no armazenamento de energia metabólica ($S = S_{sk} + S_{cr}$), fazendo com que a temperatura suba ou desça [1].

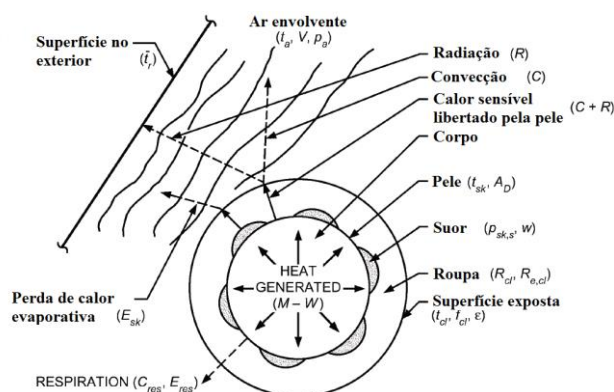


Figura 1.1 – Interação térmica do corpo humano e o ambiente

As temperaturas de conforto determinam-se com o balanço energético do corpo humano e, em conformidade com a metodologia deste documento, verificam-se se estão dentro dos parâmetros de conforto recorrendo-se ao gráfico da figura 5 no *ASHRAE Fundamentals 2009*, Cap. 9.12, no qual se visualizam as zonas térmicas de conforto (ANEXO Z).

A norma ISO 7730 baseia-se no cálculo dos Voto Médio Estimado (PMV) e da Percentagem de Pessoas Insatisfeitos (PPD) para prever a sensação térmica e desconforto dos utilizadores. O PMV é utilizado para prever, para um determinado meio, qual a maioria dos votos para uma escala estabelecida por esta norma. O valor de PMV tem os seguintes significados:

- +3 Insuportavelmente quente;

- +2 Quente;
- +1 Ligeiramente quente;
- 0 Neutro;
- -1 Ligeiramente frio;
- -2 Frio;
- -3 Insuportavelmente frio.

Este cálculo é efetuado tendo em conta o balanço térmico do corpo humano. Com o valor obtido verifica-se se um determinado meio preenche os requisitos de conforto.

O PMV dá um valor principal de votos, no entanto é útil saber a quantidade de votos diferentes, recorre-se ao PPD. Este último retribui a percentagem de pessoas que tiveram uma opinião diferente do voto principal. O cálculo é feito conforme o ponto 5 da norma ISO 7730. Com a relação entre estes dois parâmetros (PMV e PPD) obtém-se o gráfico da figura 1.2 [2].

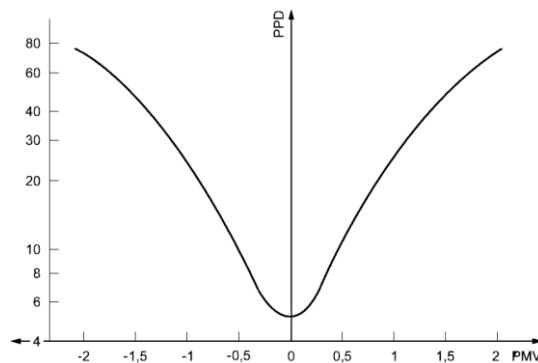


Figura 1.2 – PPD em função de PMV

A norma ISO 7730 considera que um espaço apresenta condições de conforto quando não mais de 10% dos ocupantes se sintam desconfortáveis [3]. Neste sentido é apresentado o gráfico que relaciona a temperatura operativa ótima com a atividade e com vestuário.

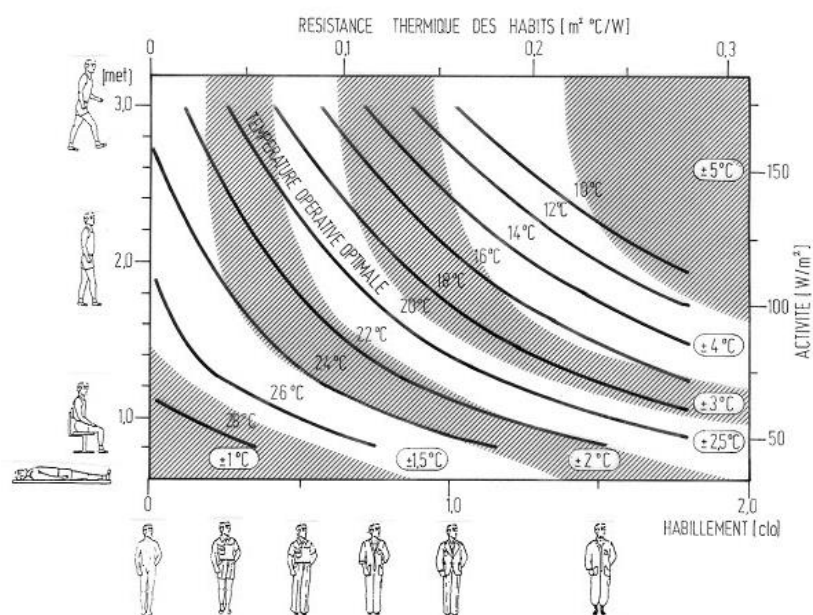


Figura 1.3 – Relação temperatura operativa ótima com a atividade e vestuário (PPD < 10%)

A determinação das temperaturas de conforto e dos métodos utilizados dependem muito da variação do metabolismo humano. Sem dúvida que o conforto acontece quando as ações do nosso corpo são as mínimas possíveis para se adaptar ao meio, mas prever estas condições é, na prática, impossível. Tendo isto em consideração, o máximo que se pode fazer é uma aproximação, recorrendo-se a métodos de cálculo - como os expostos nestas normas.

Nas normas analisadas as condições de conforto têm de ser conciliadas com as exigências técnicas para um edifício de saúde, para tal, sendo seguidas as especificações da Administração Central do Sistema de Saúde.

1.5. Legislação

Qualquer projeto, durante a sua execução, deve seguir um conjunto de regras e normas legislativas. A normalização é tida como uma atividade voluntária, baseada no consenso entre as partes interessadas, num espírito de abertura e de transparência, desenvolvida no seio dos Organismos de Normalização, independentes e reconhecidos. Estas devem responder ao objetivo visado e contribuir para a aceitabilidade do projeto. A normalização contribui para o bem-estar dos utilizadores do objeto ao qual a norma se destina. Na execução deste trabalho foi feito um levantamento da legislação em vigor, que será exposta no presente capítulo. Atualmente a regulamentação para este tipo de projetos, baseia-se no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (REC) que vieram transpor o Decreto de Lei 78/2006 de 4 de Abril, o Decreto de Lei 79/2006 de 4 de Abril e o Decreto de Lei 80/2006 de

4 de Abril. No entanto ao longo deste projeto houve interesse em referir estes documentos, por este motivo será feita uma pequena apresentação dos mesmos.

1.5.1. ACSS ET 06/2008 - Especificações Técnicas para instalações de AVAC

Com a necessidade de padronizar as normas a aplicar em projetos de climatização, segundo padrões de conforto e segurança acima do usual, e no caso particular Hospitais, a Administração Central de Saúde estabeleceu um conjunto de regras a ser respeitadas em instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC).

Neste âmbito, o estudo desenvolvido tem como objetivo: estabelecer as condições de produção de água aquecida e arrefecida, o tipo e modos de instalação de tubagens e condutas a utilizar nas redes de distribuição das instalações de AVAC e, ainda, as condições interiores a adotar para cada tipo de compartimento da unidade hospitalar. Neste documento é possível consultar o tipo e as características das centrais térmicas (Central de Frio e Central de Calor) e que sistemas a usar. É também mencionada a forma de admissão e tratamento de ar. E, por fim, apresentar um conjunto de soluções a adotar para as áreas mais comuns neste tipo de edifícios.

1.5.2. Decreto-Lei n.º 78/2006 – Sistema Nacional de Certificação Energética e de Qualidade do Ar Interior em Edifícios (SCE)

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior em Edifícios (SCE) enquadra-se no âmbito da Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios [4]. Este documento tem por finalidade:

- Assegurar a aplicação regulamentar, nomeadamente no que respeita às condições de eficiência energética, à utilização de sistemas de energias renováveis e, ainda, às condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) e no Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE) [5];
- Certificar o desempenho energético e a qualidade do ar interior nos edifícios;
- Identificar as medidas corretivas ou de melhoria de desempenho aplicáveis aos

edifícios e despectivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado, no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior.

1.5.3. Decreto-Lei n.º 79/2006 – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)

O Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) foi aprovado pelo Decreto-Lei nº 118/98, de 7 de Maio, e veio substituir o Decreto-Lei nº 156/92, de 29 de Julho, que não chegou a ser aplicado e que visava regulamentar a instalação de sistemas de climatização em edifícios [6]. O RSECE procurava diminuir gastos desnecessários devido ao sobredimensionamento, limitando as potências máximas dos sistemas a instalar. Neste documento também são expostos requisitos de qualidade do ar interior e requisitos de manutenção dos sistemas a utilizar, bem como as auditorias periódicas necessárias.

De acordo com o previsto no nº 1 do artigo 2º do RSECE, este regulamento aplica-se a:

- Grandes edifícios ou frações autónomas de serviços existentes, com área útil superior a 1000 m², ou no caso de edifícios do tipo centros comerciais, supermercados, hipermercados e piscinas aquecidas cobertas, com área superior a 500 m² (GES);
- Novos pequenos edifícios ou frações autónomas de serviços com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kW (PEScC);
- Novos edifícios de habitação ou cada uma das suas frações autónomas com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kW (HcC);
- Novos sistemas de climatização a instalar em edifícios ou frações autónomas existentes, de serviços ou de habitação, com potência instalada igual ou superior a 25 kW em qualquer tipologia de edifícios;
- Grandes intervenções de reabilitações relacionadas com a envolvente, com as instalações mecânicas de climatização ou com os demais sistemas energéticos dos edifícios de serviços.
- Zonas de ampliações dos edifícios existentes em que essa intervenção não atinja o limiar definido para ser considerada uma grande intervenção de reabilitação.

1.5.4. Decreto-Lei n.º 80/2006 – Regulamento das Características de Comportamento Térmicos dos Edifícios (RCCTE)

O RCCTE (D.L. 80/2006 de 4 de Abril) integra um pacote legislativo composto pelos D.L. 78/2006 (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios - SCE) e 79/2006 (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios – RSECE)

Este documento faz a caracterização e eficiência energética do edifício, caracterização do comportamento térmico, a classificação das zonas climatéricas, caracteriza a qualidade do ar e estabelece regras no projeto de edifícios de habitação e de serviços sem sistemas centralizados de climatização para que:

- O conforto térmico seja satisfeito sem desperdício de energia;
- Sejam minimizadas situações patológicas nos elementos de construção.

[8]

Este documento aplica-se em vários tipos de edifícios onde se incluem:

- Edifícios de habitação;
- Edifícios de serviços com área útil inferior ou igual a 1000 m² e sem sistemas mecânicos de climatização ou com sistemas de climatização de potência inferior ou igual a 25 kW
- Grandes intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias das duas tipologias de edifícios referidas anteriormente;
- Ampliações de edifícios existentes, quando a intervenção configura uma grande reabilitação, nas restantes ampliações aplicam-se apenas os requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente apenas à parte ampliada.

[9]

1.5.5. Norma EN 13779:2007 – Ventilação em edifícios não residenciais

A Norma EN1379:2007 funciona como guia para projetistas, proprietários e utilizadores de edifícios não residenciais (excluindo instalações industriais), no que diz respeito a ventilação,

ar-condicionado e sistemas, com o intuito de alcançar qualidade e conforto para o ar interior.

Este documento efetua a classificação do ar que entra e sai do edifício, no que respeita ao nível de poluição, à concentração de CO₂ e à qualidade. Esta classificação contribui para descrever a qualidade do ar e contribui para a escolha dos filtros adequados. Inicialmente classifica-se o ar de extração, isto é, o ar que é libertado para o meio ambiente, pela tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Classificação do ar de extração (ETA) e de libertação para o exterior (EHA).

Categoria	Concentração de contaminantes	Descrição	Exemplos
ETA 1/EHA 1	Baixa	Ar proveniente de espaços onde as principais fontes emissoras de poluentes são as pessoas, os materiais e elementos de construção; Espaço onde não é permitido fumar.	Escritórios, serviços públicos, salas de aula, escadas, corredores, salas de reuniões
ETA 2/EHA 2	Moderada	Ar proveniente de espaços que contenham mais poluentes que na categoria 1	Refeitórios, lojas, salas de arrumos, quartos de hotel e vestiários.
ETA 3/EHA 3	Alta	Ar proveniente de espaços com humidade elevada ou químicos.	Instalações sanitárias, cozinhas, salas de cópias e espaços para fumadores.
ETA 4/EHA 4	Muito Alta	Ar com odores e impurezas em concentrações superiores às permitidas em espaços ocupados.	Garagens, tuneis, parques de estacionamento.

Nas situações em que o ar proveniente de várias salas se junta, este terá a categoria de maior poluição (ETA4 e EHA4). Para se determinar se o ar removido pode ser recirculado ou não recorre-se à tabela 1.2.

Tabela 1.2 – Possibilidade de recircular o ar.

Categoria	Descrição	Exemplos
ETA 1	Conduta comum aos restantes caudais de extração das categorias ETA 1 e 2.	Adequado como ar de recirculação ou para transferência entre espaços.
ETA 2	Conduta comum aos restantes caudais de extração das categorias ETA 1 e 2.	Não adequado como ar de recirculação mas poderá ser utilizado como ar de transferência para casas de banho, garagens ou similar.
ETA 3	Geralmente através de conduta individual ou conduta comum aos vários caudais de extração desta categoria.	Não adequado como ar de recirculação ou de transferência.
ETA 4	Conduta individual.	Não adequado como ar de recirculação ou de transferência.

A classificação do ar exterior também é importante. Este é classificado conforme a tabela 1.3.

Tabela 1.3 – Classificação do ar exterior

Categoria	Descrição
ODA 1	Ar exterior “puro” que pode conter algum pó.
ODA 2	Ar exterior que contenha altas concentrações de partículas.
ODA 3	Ar exterior com muito altas concentrações de partículas ou gases poluentes.

A qualidade do ar interior, considerando que são salas de não fumadores, é avaliada pela tabela 1.4.

Tabela 1.4 – Classificação do ar exterior pela concentração de CO₂

Categoria	Descrição	Concentração de CO ₂ acima da concentração do ar exterior (p.p.m.)	
		Gama de valores	Valor por defeito
IDA1	Qualidade alta	≤400	350
IDA2	Qualidade média	00-600	500
IDA3	Qualidade moderada	600-1000	800
IDA4	Qualidade baixa	>1000	1200

Este documento faz ainda uma avaliação do rácio de ar exterior por ocupante, área,

concentrações de CO₂ e por nível de poluição. Além disto é também classificado o controlo dos sistemas, as condições de pressão, a potência específica do ventilador, a recuperação de calor, etc.

Este documento faz uma classificação de todo o projeto, no entanto neste caso as classificações utilizadas foram as referentes à qualidade do ar de modo a se obter uma correta avaliação dos filtros a utilizar. [10]

Outras informações de relevância para este projeto, trazidas por esta norma, estão relacionadas com as densidades de ocupação limites de ocupação, taxas de renovação, valores para a eficácia de ventilação e valores para as perdas de carga nos componentes (ANEXO X)

1.5.6. Norma EN13053

Este documento concentra-se na classificação do desempenho das unidades de tratamento de ar, nos testes de componentes e secções através de ensaios e da determinação de requisitos. Esta norma também especifica restrições e aplicações a normas de componentes isolados.

A aplicação deste documento é muito variada, podendo ser aplicada a unidades standard, unidades personalizadas, unidades pré-fabricadas e a unidades montadas no local. De forma geral esta norma aplica-se a unidades que tenham, pelo menos, componentes que realizem trocas de calor e filtros. Esta não se aplica em:

- Aparelhos de ar condicionado que serve uma área limitada de um prédio, como ventiloconvetores (VC);
- Unidade para sistemas de ventilação domésticos;
- Unidade de produção de ar de ventilação, principalmente para um processo de fabricação.

[11]

Este documento é de extrema importância por padronizar os testes a realizar nas unidades de tratamento de ar e seus componentes. O seu reconhecimento a nível europeu fez dele a base para o certificado *Eurovent*, servindo de base e padrão na escolha de inúmeros componentes e equipamentos. [12]

1.5.7. Norma EN 1822:2010

O documento mencionado padroniza a classificação de filtros absolutos ou de alta eficiência

facilitando na seleção. Refere também os testes às propriedades de filtragem: *Efficient Particulate Air filter* (EPA), *High Efficiency Particulate Air filter* (HEPA) e *Ultra Low Penetration Air filter* (ULPA).

Este documento divide-se em cinco partes, onde se incluem a classificação, testes de performance, equipamentos de medida, percentagens de partículas, testes, fugas nos constituintes dos filtros e eficiência dos filtros e dos seus constituintes. A classificação neste documento é feita conforme a tabela 1.5.

Tabela 1.5 – Classificação dos filtros EPA, HEPA e eULPA

Class e grupo do filtro	Valor integral		Valor local	
	Eficiência (%)	Penetração (%)	Eficiência (%)	Penetração (%)
E10	≥ 85	≤15	-	-
E11	≥95	≤5	-	-
E12	≥99,5	≤0,5	-	-
H13	≥99,95	≤0,05	≥99,75	≤0,25
H14	≥99,995	≤0,005	≥99,975	≤0,025
U15	≥99,9995	≤0,0005	≥99,9975	≤0,0025
U16	≥99,99995	≤0,00005	≥99,99975	≤0,00025
U17	≥99,999995	≤0,000005	≥99,9999	≤0,0001

[13]

1.5.8. Norma EN 779:2012

EN 779 proporciona um método uniforme de teste e classificação de filtros de ventilação de acordo com sua eficiência de filtragem. Foi introduzido pela primeira vez em 1993, revisto em 2002 e posteriormente em 2012. Esta norma europeia para filtros de ar (EN779: 2012) classifica os filtros com base em sua menor eficiência de filtragem, também conhecido como eficiência mínima (ME), tabela 1.6.

Tabela 1.6 – Classificação dos filtros pela EN 779

Grupo partículas	Classe	Perdas pressão final (Pa)	"Arrestance"* média (Am) de pó sintético	Eficiência média para partículas de 4 µm (%)	Eficiência mínima para partículas de 4 µm (%)
Grosso	G1	250	50≤Am<65	-	-
	G2	250	65≤Am<80	-	-
	G3	250	80≤Am<90	-	-
	G4	250	90≤Am	-	-
Médio	M5	450	-	40≤Em<60	-
	M6	450	-	60≤Em<80	-
Fino	F7	450	-	80≤Em<90	35
	F8	450	-	90≤Em<95	55
	F9	450	-	95≤Em	70

*è a unidade de medida para a capacidade de um filtro de remover pó do ar.

No entanto esta norma menoriza a capacidade de um filtro, piorando a perceção dos bons filtros, este facto faz com que haja o risco de sobre dimensionar um filtro. Por outro lado a classificação de um filtro não tem em consideração a degradação destes equipamentos, ao dimensionar os filtros com base nesta norma vai-se, de certa forma, “aumentar” o tempo de

utilização deste material no nosso projeto.

[14]

1.5.9. Norma EN 1886:2007

Este documento certifica os equipamentos para o uso humano, com recurso à especificação de testes e classificação para unidades de tratamento de ar, tendo em consideração as características mecânicas e térmicas do equipamento. Esta classificação é dada da seguinte forma:

Tabela 1.7 – Classificação EN 1886 Resistência Mecânica

Resistência mecânica	
Classe	Deflexão máxima (mm)
D1	4
D2	10
D3	>10

Tabela 1.8 – Classificação EN 1886 Estanquidade

Estanquidade		
Classe	Factor de Fuga máxima (L/ (s.m²))	
	Pressão de Teste = -400Pa	Pressão de Teste = +700Pa
L1	0,15	0,22
L2	0,44	0,63
L3	1,32	1,90

Tabela 1.9 – Classificação EN 1886 Bypass ao filtro

Bypass ao filtro	
Classe do Filtro	Fuga admissível do caudal total (%)
G1-4	-
F5	6
F6	4
F7	2
F8	1
F9	0,5

Tabela 1.10 – Classificação EN 1886 Transmissão térmica

Transmissão térmica	
Classe	U (W/ (m².°C))
T1	$U \leq 0.5$
T2	$0.5 < U \leq 1.0$
T3	$1.0 < U \leq 1.4$
T4	$1.4 < U \leq 2.0$
T5	-

Tabela 1.11 – Classificação EN 1886 Pontes potência

Fator de Pontes térmicas	
Classe	kb
TB1	$0.75 \leq kb < 1.00$
TB2	$0.60 \leq kb < 0.75$
TB3	$0.45 \leq kb < 0.60$
TB4	$0.30 \leq kb < 0.45$
TB5	-

Esta norma cruza informação das normas EN 779, EN 1507, EN 12237, EN 12792:2003, EN 13053:2001, EN 13501-1, EN 61310-1, IEC 61310-1:1995, EN ISO 3743, EN ISO 3744, ISO 3744:1994, EN ISO 11546-2, ISO 11546-2:1995, EN ISO 12100-2, ISO 12100-2:2003, EN

12101-3 [15].

1.5.10. EN 15193 : 2006

Esta norma europeia foi concebida para estabelecer requisitos e procedimentos para a estimativa de necessidades de iluminação em edifícios. Apresenta uma metodologia para um indicador numérico de desempenho energético dos edifícios. E também fornece orientações sobre a colocação de limites teóricos para energia de iluminação proveniente de taxas de referência.

Obter um padrão de iluminação correto dos edifícios é bastante importante para se estar em conformidade com as boas práticas de iluminação. A norma também dá conselhos sobre técnicas de medição que permitem regular a eficácia do controlo de iluminação. A metodologia de estimativa de energia não só fornece valores para o indicador numérico, mas também fornece informações para o aquecimento e arrefecimento, fatores que vão ter impacto na carga total do desempenho do edifício.

Esta norma é apresentada por ser importante a sua consideração durante a execução do projeto, esta não só contribui para o bem-estar dos utilizadores, como também estabelece limites de valores possíveis de serem comparáveis.

1.5.11. Norma EN15251: 2007

Esta norma foi criada com base numa série de normas, com o intuito de harmonizar e parametrizar as metodologias de cálculo para consumo de energia em edifícios. Esta propõe critérios de conforto mais exigentes e por isso deve se ter alguma atenção no seu uso, porque pode resultar num sobredimensionamento das necessidades de conforto.

Este documento parametriza critérios ambientais para dimensionamento de sistemas de climatização e cálculos de desempenho energético. Pode-se encontrar, também, parâmetros de entrada de projeto para edifícios a nível de aquecimento, arrefecimento, ventilação, ruído, poluição e sistemas de iluminação.

Neste projeto é abordada esta norma no que respeita a parâmetros de climatização, esta categoriza as necessidades de ar novo por pessoa e por metro quadrado (m^2), recorrendo à classificação do grau de satisfação dos utilizadores e aos níveis de emissão de poluição por parte do mobiliário existente no espaço. Conforme as tabelas do anexo B desta norma (aqui apresentadas como tabela 1.12 e 1.13).

Tabela 1.12 – Tabela de classificação de ar novo por pessoa EN 15251

Caudal de ar novo mínimo por pessoa		
Categoria	% Insatisfeitos	Litro / (s.p)
1	15	10
2	20	7
3	30	4
4	>30	<4

Tabela 1.13 – Tabela de classificação de ar novo por metro quadrado EN 15251

Caudal de ar novo mínimo por m ² (litro / (s.m ²))			
Emissões do edifício			
Categoria	Very Low	Low	Non Low
1	0,5	1	2
2	0,35	0,7	1,4
3	0,3	0,4	0,8

A norma refere inúmeras outras, fazendo de ligação entre elas e isto ajuda a normalizar os procedimentos de cálculo. São também encontrados critérios de ruído - medidos em dBA -, valores para a iluminação - medidos em “lux”-, critérios para a humidade, classificações de conforto e indicadores para avaliação do ambiente interior. Com a aplicação destes dados, são dadas medições para a certificação da qualidade interior após execução.

Este documento é bastante completo, mas exigente. Neste projeto utilizou-se apenas para determinar as quantidades de ar necessárias para atingir as condições de conforto, nos restantes campos optou-se pelo recurso a outras normas (também referida aqui).

1.5.12. Norma EN ISO 10077-1:2000

A norma ISO 10077 está dividida em duas partes, a primeira parte refere métodos e formas de cálculo para um vão envidraçado a segunda concentra-se mais na questão da caixilharia. O cálculo dos coeficientes de transmissão térmica das portas, janelas e portas e janelas, foi obtido com recurso a esta documentação. Nesta são explicadas pormenorizadamente as metodologias a utilizar nos cálculos do coeficiente de transmissão térmica, tendo em atenção o tipo de vidro, a caixilharia e as cargas suplementares trazidas por diferentes tipos de janelas e a sua permeabilidade ao ar.

Este documento calcula o coeficiente de transmissão térmica de uma janela, tendo em conta os seus vários constituintes, designando-os pelas áreas que constituem o objeto (neste caso janela), isto é visível na figura 1.7.

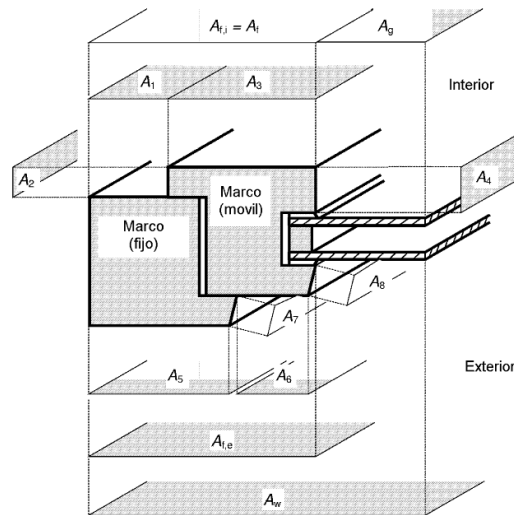


Figura 1.4 – Ilustração das diferentes áreas

O cálculo do coeficiente de transmissão térmica (U_w) é dado por:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \psi_g}{A_g + A_f}$$

U_g – Coeficiente de transmissão térmica do vidro;

U_f – Coeficiente de transmissão térmica da caixilharia;

ψ_g – Coeficiente de transmissão linear da junção entre o vidro e a caixilharia.

Para as situações de vidros duplos é necessário introduzir a área, coeficiente de transmissão térmica e coeficiente de transmissão linear do segundo vidro. O mesmo acontece quando temos uma porta com vidro, é necessário contabilizar a transmissão térmica do vidro, da porta e da caixilharia.

O valor do coeficiente térmico do vidro (U_g) é dado por,

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{si}}$$

R_{se} – Resistência superficial superior;

λ_j – Condutibilidade térmica do vidro;

d_j – Espessura do vidro;

R_{si} – Resistência superficial interna.

Para os valores das resistências, em condições normais e típicas de imiscibilidade ($\geq 0,8$), adota-se $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ e $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Em casos especiais o R_{si} pode ser calculado

recorrendo à norma EN 673.

1.5.13. Norma ISO 10077-2: 2003

A segunda parte da norma ISO 10077, concentra-se mais na configuração da caixilharia de uma janela ou porta. Este documento permite determinar coeficientes térmicos para caixilharias em objetos com posições invulgares.

É apresentado um conjunto de fórmulas, que especificam a transmissão térmica de inúmeros perfis diferentes. As duas partes ajudam a determinar o comportamento térmico de uma forma pormenorizada de um vão envidraçado.

1.5.14. Informação Técnica de Edifícios (ITE - 50)

O ITE 50 é um dos documentos de apoio para estudos no âmbito do desempenho térmico dos edifícios. Este apresenta tabelas com valores convencionais de cálculo, a nível da condutibilidade térmica e resistências térmicas superficiais de espaços de ar não ventilados, incluindo de alguns materiais opacos de construção. Além destes dados são apresentados valores de coeficientes térmicos para soluções comuns das envolventes opacas. [16].

A partir deste documento obteve-se o valor de condutibilidade térmica para cada material de construção, com isto calculou-se os coeficientes de transmissão térmica. Através deste pode-se também obter informação sobre as resistências térmicas a utilizar e qual o valor de cálculo para a condutibilidade térmica. Este é um documento essencial para o cálculo térmico de um edifício.

1.5.15. Normas ASHRAE

“American Society of Heating, Refrigerating & Air-Conditioning Engineers” – ASHRAE é uma sociedade mundial que procura o bem-estar do ser humano através da tecnologia de construção de ambiente sustentável. Concentra-se na construção de sistemas, eficiência energética, qualidade do ar interior, refrigeração e sustentabilidade na indústria.

Esta organização pesquisa, padroniza e publica um conjunto de requisitos, parâmetros e regras que contribuem para o conforto humano. Através desta regulamentação adquirem-se conhecimentos importantes e válidos para um projeto de climatização. Na documentação emitida por esta organização, definiu-se parâmetros, adquiriu-se informações e conhecimentos úteis para a evolução deste projeto, contribuindo de forma ativa na sua execução.

Nem todas as Normas aqui expostas foram utilizadas, no entanto considerou-se importante o

conhecimento de alguns destes documentos pela contribuição que tiveram na compreensão da matéria. Foram vistos e consultados outros elementos, não menos importantes, como as normas EN 13789 - pela metodologia exposta e métodos de cálculo apresentados para a transferência de calor em edifícios e componentes-, EN 12097, ISO 13789 e ISO 7730.

(Página propositadamente deixada em branco)

2 Estrutura do Edifício

No presente capítulo haverá um enquadramento do edifício no que respeita as suas características físicas e aos requisitos regulamentares legais em vigor que envolvem o seu projeto. Inicialmente será efetuada uma descrição da localização e das características funcionais de cada área que o constitui. Segue-se a caracterização do ponto de vista físico, com a identificação das soluções construtivas adotadas (envolventes interiores e exteriores). Serão ainda descritas considerações e opções tomadas ao longo do trabalho. Por fim faz-se um enquadramento legal do edifício, no que diz respeito as necessidades regulamentares do espaço, dos sistemas e aspetos da manutenção. A ocupação para cada sala foi recolhida através de desenhos e informações fornecidas pelo “Cliente”.

2.1. Enquadramento do Edifício

O edifício em estudo destina-se ao Centro de Medicina Subaquática e Hiperbárica (CMSH), um polo de saúde operacional da estrutura de saúde da Marinha. Este centro tem por missão contribuir para o eficaz desempenho das atividades militares navais que ocorrem nos submarinos, em meio subaquático ou qualquer outro, sujeito a variações da pressão ambiente (no interior das câmaras) e utilizar a capacidade sobrança em benefício da restante população militar e civil, na promoção do desenvolvimento e da divulgação da Medicina Subaquática e Hiperbárica.

2.1.1. Localização

O edifício está a ser construído de raiz, no Complexo do Lumiar, localizado em Paço do Lumiar 1649-020 – Lisboa, cujas coordenadas GPS 38° 46' 7.968" N -9° 10' 28.632" W e com elevação 103 metros. Na figura 2.1 é apresentado o perímetro da unidade e o local onde o edifício está a ser construído.

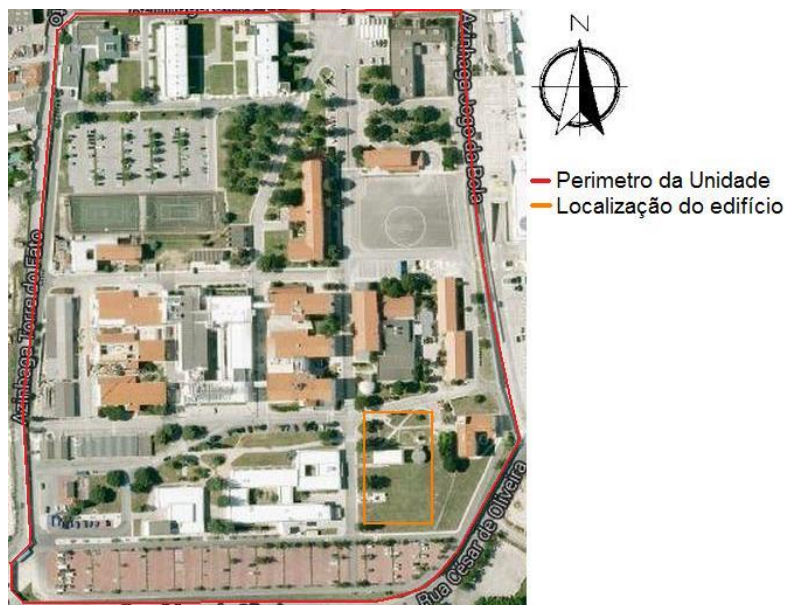


Figura 2.1 – Localização da Unidade e do edifício.

2.1.2. Caracterização dos espaços

O edifício é constituído por quatro áreas funcionais, perfazendo um total de vinte e oito espaços. As áreas funcionais são:

- A. Terraço
- B. Piso Térreo;
- C. Cave;
- D. Área exterior em anexo.

Destas, a área exterior em anexo não se enquadra no âmbito projeto por não necessitar de climatização, é um local de armazenamento de garrafas de gás que obedece a normas e regras de segurança muito específicas.

O Terraço constitui a cobertura do edifício e em consequência é a fronteira entre o interior do edifício e o exterior. Este é um local com uma grande área sem uso aparente. É constituído por uma camada exterior de Godo em seixo rolado branco 16/32 com uma espessura mínima de 5 cm, seguido de uma manta de geotêxtil com 2 mm e uma camada de isolamento térmico XPS com 60 mm, duas membranas de betume com 2 mm cada e, por fim, uma camada de betonilha em betão leve de argila expandida com 100 mm e uma estrutura em betão armado com 250 mm (ANEXO I).

O Piso Térreo é a área onde se encontram as principais atividades técnicas, administrativas e

de apoio. É constituído por vinte e sete espaços onde dezoito serão climatizados e nove não climatizados. Esta é a área com maior ocupação de todo edifício, estima-se que receberá diariamente cerca de cento e quarenta pessoas. Estes espaços têm um pé direito de 2,70 m até ao teto falso e 3 m na totalidade. As características das divisões são:

B.1 – Antecâmara (sala 1) - Por ser um local de passagem, constitui uma área não útil, com 10,8 m². Este local serve apenas como passagem para a sala de espera, no entanto para efeitos de caudal de ar necessita de ser contabilizado, por este motivo considera-se como pertencente à sala de espera (espaço não útil).

B.2 – Sala de espera (sala 2) - Local de espera, com capacidade para trinta e três pessoas sentadas, possuindo uma área de 52,7 m² que juntamente com a antecâmara perfaz um total de 63,50 m². Localizada no centro do edifício, com uma parede em contato com o exterior, virada para Oeste, rodeada por seis divisões, onde, somente quatro são climatizadas (no entanto estes dois espaços para efeitos de cálculo serão consideradas como climatizados, esta opção será explicada na descrição das salas). A porta frontal é em vidro requerendo uma especial atenção por esta possuir características técnicas diferentes das restantes. Esta sala tem dezanove armaduras com duas lâmpadas fluorescentes compactas de 26W.

B.3 – Atendimento / Secretaria (sala 3) - Localizada junto à sala de espera, esta sala funciona como o primeiro local de contato entre os Utentes e os Funcionários, possuindo capacidade para quatro pessoas. Tem uma área de 31,40 m². Está rodeada por divisões climatizadas, tem uma parede em contato com o exterior, virada para Oeste, possuindo um vão envidraçado de 3,6 m², com características diferentes dos restantes, que percorre toda parede. Para esta sala considerou-se quatro computadores e uma impressora. Esta sala tem dez armaduras com duas lâmpadas fluorescentes compactas de 26W

B.4 – Circulação (sala 4) - Corredor central do piso, faz a ligação entre as várias divisões, tem 96,10 m², com duas portas envidraçadas, uma virada para Norte e outra para Oeste considerou-se a possibilidade de estarem até duas pessoas nesta divisão. Inicialmente esta divisão não seria climatizada, no entanto devido à necessidade de equilibrar o caudal insuflado e extraído será necessário climatizar este espaço (secção 2.3.1).

B.5 – Gabinete médico 1, 2, 3, 4 (salas 5, 6, 7 e 8) – Neste complexo existem quatro gabinetes médicos, em que apenas um tem funções puramente clínicas e os restantes três têm funções administrativas e clínicas. Três situam-se a sul do edifício sendo que dois têm duas paredes em contato com o exterior, viradas a Este e a Oeste e, por último, o quarto gabinete tem uma

parede em contato com o exterior, virada a Este que possui um vão envidraçado, um sombreamento e áreas semelhantes que rondam os 17,60 m². Foi considerado para cada área um computador, um fax e uma impressora. Esta sala tem duas armaduras com uma lâmpada LED de 3,5W, cinco armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 26W e cinco armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 55W.

B.6 – Gabinete técnico (sala 9) - Localizado junto à sala das Câmaras e no centro do piso, tem uma área de 17,40 m², será utilizado para monitorização das câmaras por dois técnicos especializados (chefe do Departamento Técnico e chefe do Departamento Administrativo), dispõe de um vidro que permite visualizar a ação que decorre na sala das câmaras. Foi considerado computador, um fax e uma impressora. Esta sala tem seis armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 26W.

B.7 – Sala de reuniões polivalente (sala 10) - Localizada a oeste do edifício, funciona como local de reuniões possuindo uma área de 31 m² e não se prevê que seja usada com regularidade. Tem capacidade para dez pessoas. Foi considerado um computador e um projetor. No que diz respeito à iluminação esta sala tem doze armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 26W. Tem um vão envidraçado com características e dimensões semelhantes ao da secretaria, encontrando-se na parede em contato com o exterior, virada a Oeste e com um sombreamento por toda parede.

B.8 Copa (sala 11) - Divisão utilizada pelos funcionários para possíveis refeições, com capacidade para três pessoas e 8,20 m². Neste local foi considerado existir uma torradeira, máquina de café e um frigorífico. Tem três armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 26W. Localiza-se entre dois espaços climatizados, a sul do edifício e tem um vão envidraçado, partilhado por um dos espaços. Devido às suas características estruturais, uma parede em contato com o exterior, com vão envidraçado, considerou-se ser importante a sua climatização. Pela possibilidade de libertação de odores e lixos optou-se por coloca-la em subpressão para evitar a contaminação dos restantes espaços.

B.9 – Enfermaria / Sala de pensos (sala 12) - Local vocacionado para a observação de pacientes, colocação de pensos e outros tratamentos. Está localizada no centro do edifício, onde estão em média estão duas pessoas a tempo inteiro. Tem oito armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 26W e um computador, com uma área de 27,15 m².

B.10 – Sala de acamados / Área de macas (sala 13) - Local onde os pacientes acamados aguardam pelo tratamento, possuindo 30,40 m². Tem capacidade para três pessoas (dois

acamados e um técnico de saúde), com nove armaduras contendo duas lâmpadas fluorescentes de 26 W, uma armação com duas lâmpadas de 55W e com equipamentos hospitalares de assistência. Tem uma parede em contato com o exterior, virada a Oeste do edifício e uma porta de acesso ao exterior, por norma fechada.

B.11 – Esterilização (sala 14) – Local a este do edifício, com duas divisões adjacentes, uma climatizada e outra não, com 6,10 m². É onde se executa a esterilização do material utilizado no tratamento de pacientes e em média laborará uma pessoa e possui duas armaduras com duas lâmpadas de 26W. A esterilização não terá equipamentos elétricos porque o processo utilizado é um processo químico, esta tem uma parede em contato com o exterior, virada a Este com um vão envidraçado:

B.12 – Área de limpos (sala 15) – A área de limpos encontra-se a Este do edifício, tendo uma parede em contato com o exterior nesta orientação e tem 4,10 m². A função desta sala é rececionar e armazenar os produtos provenientes da esterilização. Em média estará uma pessoa neste local, tem quatro armaduras com duas lâmpadas de 26W e não foram considerados equipamentos.

B.13 – Área de sujos (sala 16) – Local não climatizado sujeito a perdas térmicas consideráveis por ter duas paredes em contato com o exterior, uma para Norte e outra para Este. Este local tem como função receber os produtos contaminados durante a esterilização, neste local habitualmente não se encontra ocupado e devido a estes fatores considera-se espaço não útil.

B.14 – Área de serviço de limpeza (sala 17) - Local destinado ao armazenamento do material de limpeza, localizado no centro do edifício e tem 3 m². Este local, no que diz respeito à climatização, servirá de ponto de extração.

B.15 – Armazém (sala 18) – Local com 10,55 m², destina-se ao armazenamento de material hospitalar de uso geral, como por exemplo calçado, fardas, material de escritório, etc. Este local, no que diz respeito à climatização, servirá de ponto de extração.

B.16 – Área do bastidor (sala 19) – Tem 2 m². Está no centro do edifício, onde estão colocados a UPS e um quadro elétrico. Este local será climatizado.

B.17 – Instalação sanitária (I.S.) / Vestiários Homens – Utentes (sala 20) - Divisão cuja função é servir de vestiário para os utentes masculinos do centro, com capacidade para sete pessoas e que se encontra localizada a este do edifício. Por ser um local com uma área considerável em contato com o exterior e devido à sua utilização considerou-se ser

climatizada proporcionando algum conforto aos utentes. Tem 23,05 m² e dois vãos envidraçados, três armaduras com uma lâmpada fluorescente de 18W, dez armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 26W e duas lâmpadas LED de 3,5W, duas sanitas, dois urinóis e três lavatórios.

B.18 – I.S. / Vestiários Mulheres – Utentes (sala 21) - Divisão cuja função é servir de vestiário para os utentes femininos do centro, com capacidade para sete pessoas e está localizado a este do edifício. Por ser um local possuidor de uma área considerável em contato com o exterior e por na sua utilização existir a necessidade de algum conforto térmico considerou-se ser climatizado. Tem 23,60 m², um vão envidraçado na parede em contato com o exterior, virada a Este, três armaduras com uma lâmpada fluorescente de 18W, dez armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 26W e duas lâmpadas LED de 3,5W, tem ainda três sanitas e três lavatórios.

B.19 – I.S. / Utentes com mobilidade condicionada (sala 22) – É uma instalação sanitária para utentes com mobilidade condicionada, com 4,90 m². Tem uma parede em contato com o exterior, virada para Este que possui um vão envidraçado, no entanto devido às reduzidas dimensões e ao tipo de atividade não há necessidade de climatizar, por não ser climatizado servirá de ponto de extração.

B.20 – I.S. / Balneários / Vestiários Homens – Funcionários (sala 23) – Instalação sanitária com 15,60 m², duas armaduras com uma lâmpada fluorescente de 18W e duas lâmpadas LED de 3,5W, um pé direito livre de 2,70 m até ao teto falso e 3 m no total. Neste encontra-se um chuveiro, dois urinóis, uma sanita e dois lavatórios. Situado no centro do edifício e rodeado por divisões climatizadas, este espaço não tem necessidade de ser climatizado, no entanto com o desenvolver do projeto veio revelar-se ser útil haver insuflação na sala.

B.21 – I.S. / Balneários / Vestiários Mulheres – Funcionários (sala 24) - Instalação sanitária com 15,80 m², duas armaduras com uma lâmpada fluorescente de 18W e duas lâmpadas LED de 3,5W. Neste encontra-se um chuveiro, uma sanita e dois lavatórios. Situado no centro do edifício e rodeado por divisões climatizadas, faz com que este espaço não tenha necessidade de ser climatizado, no entanto com o desenvolver do projeto veio revelar-se ser útil haver insuflação na sala.

B.22 – Instalações Sanitárias (I.S. sala 25) – Instalação sanitária com 3,00 m², tem ligação à sala de acamados e é um ponto de extração desta sala.

B.23 – Sala das câmaras (sala 26) - Esta divisão é onde vão estar colocadas as câmaras

hiperbáricas numa disposição em “L”, com cerca de 195 m² e um pé direito livre de 3 m. Nesta sala é onde serão efetuados os treinos dos mergulhadores, os testes aos equipamentos e as sessões de tratamento aos utentes. Tem capacidade para vinte pessoas e vinte armaduras com duas lâmpadas fluorescentes de 50W, foi considerado uma impressora e quatro computadores. Esta sala tem duas portas corta-fogo viradas para oeste e cinco vãos envidraçados. Tem ainda três paredes em contato com o exterior, viradas a norte, a oeste e a este.

B.24 – Área técnica das câmaras (sala 27) - Neste espaço é onde vão ser instalados os equipamentos de apoio às câmaras, nomeadamente, dois compressores de alta pressão, um de baixa pressão (com respetivo secador e esterilizador de ar), a central de armazenamento de ar comprimido e central de energia. Estes equipamentos podem atingir temperaturas consideráveis e por isso deve ser colocado um ventilador para garantir uma passagem de ar em horários de utilização, considerando-se assim uma área não útil.

A Cave espaço de maiores dimensões deste edifício, encontra-se parcialmente soterrada por baixo de parte do primeiro piso. Não será um espaço ocupado, não existindo a necessidade de ser climatizado.

Os valores utilizados no que respeita à densidade da potência dos equipamentos foram retirados do regulamento [6]. No que diz respeito à iluminação, esta pode ser consultada com maior pormenor no ANEXO E e na secção 2.2.1.

2.2.Características do edifício

As transferências energéticas de cada espaço variam conforme o tipo de material utilizado na construção da envolvente e sua espessura, conforme o diferencial de temperatura entre o interior e o exterior da sala, o tipo de fins a que o edifício se destina, a quantidade de pessoas em cada sala e as infiltrações do exterior. Quantificar a energia transferida por cada espaço ajuda a perceber as perdas de cada divisão e a quantificar as necessidades de ar tratado de forma a atingir o conforto e qualidade para os utilizadores deste edifício.

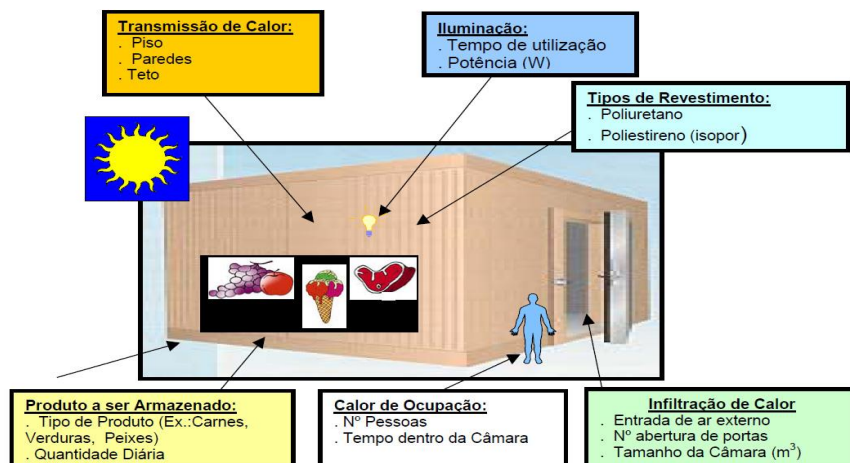


Figura 2.2 – Fatores que influenciam as perdas e ganhos energéticos de uma sala.

Quantificar a energia ganha ou perdida nas divisões define o balanço térmico de um edifício. Este é separado em dois períodos, o período de verão em que há necessidades de arrefecimento (Q_{Arref}) e o período de inverno em que há necessidades de aquecimento (Q_{Aquec}). [17].

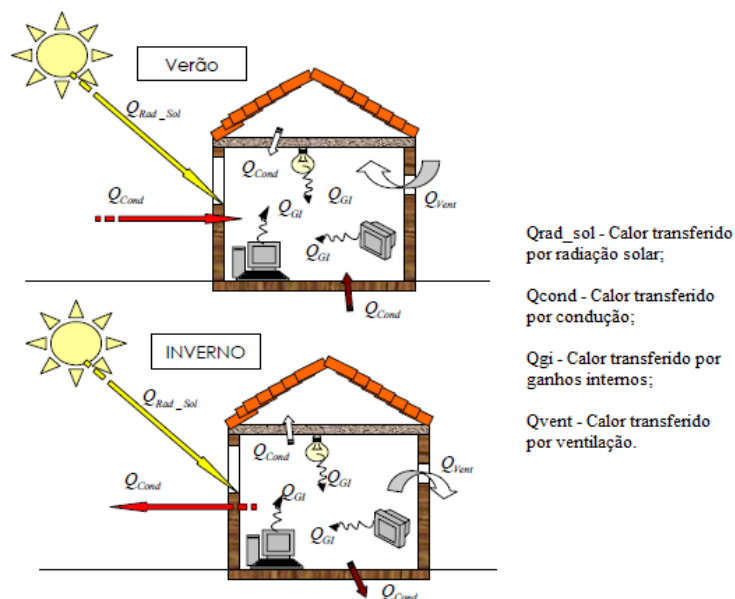


Figura 2.3 – Balanço energético de um edifício.

O balanço energético é um valor resumo dos ganhos e perdas energéticas num determinado espaço. Este reflete as transferências de calor através da envolvente, das transferências por ventilação, devido às renovações de ar, e da energia gerada por equipamentos, iluminação e utilizadores.

Neste ponto foram recolhidos e determinados os dados necessários para que seja possível chegar, recorrendo ao *software Hourly Analyses Program* (HAP), ao balanço térmico de cada

sala. Conciliando este com os requisitos e necessidades de conforto, obtém-se as potências necessárias para a seleção dos equipamentos.

2.2.1. Trocas energéticas nas envolturas

As trocas energéticas nas envolturas são quantificadas através do coeficiente de transmissão térmica dos vários elementos que a constituem (parede, portas, janelas, pavimento, etc.). Este quantifica a troca de calor em Watts por °C, a fórmula de cálculo é indicada na Norma Europeia EN ISO 6946 [18]. O coeficiente de transferência de calor pela envoltura varia para os períodos de verão e inverno quando há edifícios adjacentes ao edifício de projeto.

O coeficiente de transmissão térmica é uma das bases para estes cálculos, ele quantifica em Watts de energia por cada m² de elemento em cada °C e é dado por [18]:

$$U = \frac{1}{R_{SI} + \sum_j R_j + R_{SE}}$$

R_j - Resistência térmica da camada j , [m².°C/W]

R_{SI} - Resistência térmica interior, [m².°C/W]

R_{SE} - Resistência térmica exterior, [m².°C/W]

em que:

$$R_j = \frac{e}{\lambda}$$

e – Espessura do material [m]

λ - Condutibilidade térmica convencional [W/(m.k)]

A condutibilidade térmica é a capacidade de transferência energética das envolturas de cada fronteira (parede, janelas, portas, tetos e pavimentos). É uma propriedade de cada material termicamente homogêneo, quantifica o calor que atravessa o material, quando há uma diferença de temperatura entre duas faces planas desse material [16].

O valor utilizado para o cálculo da resistência térmica deve ter em conta os fatores relacionados com o desgaste do material. Utiliza-se para o cálculo os valores convencionais de condutibilidade térmica (λ) [16].

2.2.1.1.Paredes e Pavimentos

No edifício em estudo há três tipos de parede diferentes e três tipos de pavimento (em que um deles é a laje superior). Para além das paredes foi tido em conta as pontes térmicas planas, ou seja uma parede com coluna e/ou viga, isto porque no seu global vai ter um coeficiente de transmissão térmica diferente do que uma parede sem estes elementos, pois envolve materiais diferentes e em consequência a capacidade de transportar energia diferente.

Os dados apresentados neste capítulo foram recolhidos a partir do ITE50 [16], no que respeita a densidades do material e condutibilidade térmica (λ). Foi também utilizada a metodologia de cálculo deste documento, para a determinar estes valores.

Paredes:

As paredes em contato com o exterior, abaixo representadas, terminam em painéis compósitos de espuma (do lado exterior), no entanto antes de chegar ao isolamento existe uma caixa-de-ar. Este pormenor faz com que os painéis não contribuam de forma ativa o isolamento da parede.

Parede A Exterior com Painei						
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	mti (kg/m ³)	mt (kg/m ²)
Resistência Interior	-		0,13	0,503		697
Reboco de regularização	0,025	1,3	0,019		1900	
Blocos em betão leve de agregados argila exp	0,315	1,05	0,3		1700	
Isolamento lã de rocha (ponto 3)	0,06	0,04	1,5		1900	
Resistência Exterior	-		0,04			

Parede B Exterior com Painei Cinza						
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	mti (kg/m ³)	mt (kg/m ²)
Resistência Interior	-		0,13	0,503		697
Reboco de regularização	0,025	1,3	0,019		1900	
Blocos em betão leve de agregados argila exp	0,315	1,05	0,3		1700	
Isolamento lã de rocha (ponto 3)	0,06	0,04	1,5		1900	
Resistência Exterior	-		0,04			

Parede Interior 0,15						
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	mti (kg/m ³)	mt (kg/m ²)
Resistência Interior	-		0,130	1,783		241
Reboco de regularização	0,02	1,3	0,015		1900	
Tijolo de barro vermelho	0,11	1,5	0,270		1500	
Reboco de regularização	0,02	1,3	0,015		1900	
Resistência Exterior	-		0,130			

Parede Exterior com Coluna de suporte						
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	mti (kg/m ³)	mt (kg/m ²)
Resistência Interior	-		0,130	0,548		790
Reboco de regularização	0,025	1,3	0,019		1900	
Estrutura Betão armado	0,315	2,3	0,137		2350	
Isolamento lã de rocha (ponto 3)	0,06	0,04	1,500		40	
Resistência Exterior	-		0,040			

O valor adotado para a resistência térmica interior (R_{SI}) e resistência térmica exterior (R_{SE}), foram os indicados no quadro I.3 do Anexo I [16] tendo em consideração o elemento pretendido, parede, vão envidraçado, cobertura ou pavimento e o tipo de fluxo - ascendente ou descendente.

Pavimentos:

Pavimento 1Piso						
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	mti (kg/m ³)	mt (kg/m ²)
Resistência Interior	-		0,170	1,772	-	730
Revestimento de pavimento	0,005	1,3	0,004		0	
Betão leve argila exp. + Betonilha regul.	0,095	0,85	0,112		1500	
Estrutura Betão armado	0,25	2,3	0,109		2350	
Resistência Exterior	-		0,170		-	

Pavimento Piso térreo						
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	mti (kg/m ³)	mt (kg/m ²)
Resistência Interior	-		0,170	0,396	-	826
Revestimento de pavimento	0,005	1,3	0,004		0	
Betão leve argila exp. + Betonilha regul.	0,095	0,85	0,112		1500	
Estrutura Betão armado	0,25	2,3	0,109		2350	
Isolamento lã de rocha	0,06	0,037	1,622		40	
Lâmina em PVC Geotextil	0,05	0,17	0,294		139	
Argamassa de regularização	0,03	0,8	0,038		1600	
Enrocamento (tout venant)	0,02	2	0,010		1950	
Resistência Exterior	-		0,170		-	

Neste ultimo caso, Pavimento Piso térreo, pela dificuldade em saber qual o enrocamento utilizado o valor da condutibilidade térmica escolhido foi o referente a argilas e areias.

Laje:

Laje superior						
Elemento de Camada	e (m)	λ (W/m.K)	R (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	mti (kg/m ³)	mt (kg/m ²)
Resistência Interior	-		0,100	0,339	-	932
Estrutura Betão armado	0,25	2,3	0,109		2350	
Betão leve argila exp.+Betonilha Form.Pend.	0,095	0,85	0,112		1500	
Membrana betume polim. com armad. Fib vid	0,002	0,17	0,012		1000	
Membrana betume polim. Com armadura poli	0,002	0,17	0,012		1000	
Isolamento XPS	0,08	0,033	2,424		33	
Manta geotêxtil	0,002	0,06	0,033		200	
Godo seixo rolado	0,1	2	0,050		1950	
Resistência Exterior	-		0,100		-	

2.2.1.2.Vãos envidraçados

Os vãos envidraçados também contribuem para a determinação da transferência energética da envolvente. Nestes casos, para determinar os coeficientes de transmissão (U), é necessário ter em conta o cálculo para cada elemento constituinte do vão envidraçado, ou seja, o coeficiente transmissão total de um vão envidraçado é igual ao somatório das transmissões térmicas de cada elemento por área do vão [19]. Os vãos utilizados têm caixilharia em alumínio extrudido de 110 mm, com corte térmico, cor exterior de alumínio anodizado e interior polido, vidro duplo e caixa-de-ar.

Neste edifício foram calculados dezanove tipos de vãos diferentes (ANEXO D), em que podemos separar, pelo envidraçado utilizado, por três tipos:

- Vãos com tipo de vidro Saint Gobain STADIP 33.1;
- Vãos com tipo de vidro Saint Gobain STADIP 55.1;
- Vãos com tipo de vidro Saint Gobain STADIP 66.1.

Todos os vãos têm o tipo de vidro 33.1, com a exceção de três janelas, duas utilizam o tipo de vidro 55.1 e encontra-se na sala da secretaria/atendimento (VE2) e na sala de reuniões (VE2'). A última é uma porta automática com duas folhas de correr e utiliza o tipo de vidro 66.1 nas folhas móveis e 55.1 nas fixas e serve de porta de entrada para a sala de espera.

Cada vidro destes tem um coeficiente de transmissão diferente, por este motivo é necessário calcular o coeficiente de transmissão para cada vidro. Os cálculos foram efetuados segundo as normas EN ISO 10077-1 e EN ISO 10077-2 [20] [19]. Os valores utilizados para o coeficiente de transmissão térmica dos vidros foram obtidos pela consulta dos catálogos do fabricante (ANEXO C). Os coeficientes dos vãos envidraçados encontram-se no ANEXO D.

No lado Sul, Este e Oeste do edifício serão construídos sombreamentos em betão, que vão

estar sobre todas as janelas do lado Sul e do lado Oeste e sobre as janelas dos dois gabinetes do lado Este.

2.2.1.3.Portas

Existem dois tipos de portas, para além das envidraçadas, as portas em aço e as portas interiores. As portas de aço são constituídas, de ambos os lados, com chapas de aço lacado, com isolamento pelo interior (lã de rocha), para a determinação do seu coeficiente seguiu-se a metodologia da norma EN ISO 10077-1, utilizando para a determinação do coeficiente das folhas a equação da secção 2.2.1, as características dos materiais foram obtidas recorrendo ao ITE50. (ANEXO D)

2.2.1. Iluminação, equipamentos e Ocupação

A iluminação, equipamentos e a ocupação são fatores que contribuem de forma ativa para os ganhos internos de cada sala. A energia que uma lâmpada recebe não é só transformada em energia luminosa mas também se transforma em energia calorífica que consequentemente vai aquecer a sala, de forma semelhante, o mesmo acontece com os equipamentos. O próprio corpo Humano gera calor e inclusive esse calor contribui para os ganhos internos da sala.

Esta informação foi recolhida a partir de esquemas de iluminação (ANEXO C) dos lugares em cada divisão e através de informações dadas pelo cliente. A Tabela 2.1 faz um resumo destes dados, onde se apresenta a densidade de iluminação, a ocupação e as potências geradas pelos equipamentos.

Para a determinação da densidade de equipamentos de escritório teve-se em consideração o descrito no ASHRAE Handbook Fundamentals e os valores propostos neste documento (ANEXO F).

A densidade de iluminação é calculada tendo em consideração o descrito no Ponto 9 da Portaria nº349-D, em que a Densidade de Potência de Iluminação (DPI) é dada por:

$$DPI = \frac{(P_n * F_O * F_D) + P_C}{A}$$

P_n – potência total dos sistemas de luminárias instaladas

F_O – fator de controlo por ocupação

F_D – fator de controlo por disponibilidade de luz natural

P_C - potência total dos equipamentos de controlo para as luminárias em funcionamento

A - área interior útil da zona (m²)

Recorrendo ao esquema de iluminação obtiveram-se as potências instaladas em cada sala, na tabela I.28, desta portaria, consultou-se os valores para os fatores de controlo. Considerou-se para os gabinetes os fatores apresentados para escritórios

Tabela 2.1 – Tabela de ganhos internos

Designação	Recirculações Horárias (1/h)	F _O	F _D	Densidade de Iluminação (W/m ²)	Ocupação	Equip. (W)
ANTECÂMARA	8,50	0,80	0,90	11	33	-
SALA DE ESPERA						-
ATENDIMENTO / SECRETARIA	6,31	0,80	0,90	12	4	374,6
CIRCULAÇÃO	10,00	0,80	0,90	5	2	-
GABINETE MÉDICO 1	2,73	0,90	0,90	18	3	116,6
GABINETE MÉDICO 2	2,73	0,90	0,90	18	3	116,6
GABINETE MÉDICO 3	2,74	0,90	0,90	18	3	116,6
GABINETE MÉDICO 4	2,74	0,90	0,90	18	3	116,6
GABINETE TÉCNICO	2,41	0,90	0,90	15	2	116,6
SALA DE REUNIÕES POLIVALENTE	8,52	0,90	0,80	15	10	294,8
COPA	10,00	0,90	1,00	18	3	514,2
ENFERMARIA / SALA DE PENSOS	1,99	1,00	1,00	15	2	271,5
SALA DE ACAMADOS / ÁREA DE MACAS	2,63	1,00	1,00	12	3	304,0
ESTERILIZAÇÃO	8,00	1,00	1,00	34	1	61,0
ÁREA DE LIMPOS	10,00	1,00	1,00	25	1	-
ÁREA DE SUJOS	10,00	0,80	0,90	20	1	-
ÁREA DO SERVIÇO DE LIMPESA	10,00	0,80	0,90	19	1	-
ARMAZEM	10,00	0,80	0,90	7	1	-
ÁREA DO BASTIDOR	2,00	0,80	0,90	17	1	-
I.S. / VESTIÁRIOS HOMENS - UTENTES	10,00	0,80	0,90	18	7	-
I.S. / VESTIÁRIOS MULHERES - UTENTES	10,00	0,80	0,90	18	7	-
I.S. / UTENTES COM MOBILIDADE CONDICIONADA	10,00	0,80	0,90	11	1	-
I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS HOMENS - FUNCIONÁRIOS	10,00	0,80	0,90	17	8	-
I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS MULHERES - FUNCIONÁRIOS	10,00	0,80	0,90	17	8	-
I.S.	10,00	0,80	0,90	17	1	-
SALA DAS CÂMARAS	10,00	1,00	1,00	10	20	147,4
ÁREA TÉCNICA DAS CÂMARAS	12,00			6	1	

Pela dificuldade em obter informação no que respeita aos equipamentos da enfermaria, sala de acamados e esterilização, utilizou-se os valores propostos no RSECE, para “Estabelecimentos de saúde”.

2.3. Requisitos técnicos do edifício

Na secção anterior foram apresentadas as características estruturais do edifício, que vão determinar o comportamento dos espaços quando expostos às exigências técnicas dos mesmos. Nesta secção serão definidas as exigências impostas pelas especificações técnicas e normas para os espaços, sistemas a utilizar e manutenção, de forma a atingir qualidade e conforto pela atividade do edifício. Nesta determinação de requisitos foram consideradas as salas da tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Tabela de salas

Espaços	Designação
Sala 1	ANTECÂMARA
Sala 2	SALA DE ESPERA
Sala 3	ATENDIMENTO / SECRETARIA
Sala 4	CIRCULAÇÃO
Sala 5	GABINETE MÉDICO 1
Sala 6	GABINETE MÉDICO 2
Sala 7	GABINETE MÉDICO 3
Sala 8	GABINETE MÉDICO 4
Sala 9	GABINETE TÉCNICO
Sala 10	SALA DE REUNIÕES POLIVALENTE
Sala 11	COPA
Sala 12	ENFERMARIA / SALA DE PENSOS
Sala 13	SALA DE ACAMADOS / ÁREA DE MACAS
Sala 14	ESTERILIZAÇÃO
Sala 15	ÁREA DE LIMPOS
Sala 16	ÁREA DE SUJOS
Sala 17	ÁREA DO SERVIÇO DE LIMPEZA
Sala 18	ARMAZEM
Sala 19	ÁREA DO BASTIDOR
Sala 20	I.S. / VESTIÁRIOS HOMENS - UTENTES
Sala 21	I.S. / VESTIÁRIOS MULHERES - UTENTES
Sala 22	I.S. / UTENTES COM MOBILIDADE CONDICIONADA
Sala 23	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS HOMENS - FUNCIONÁRIOS
Sala 24	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS MULHERES - FUNCIONÁRIOS
Sala 25	I.S.
Sala 26	SALA DAS CÂMARAS
Sala 27	ÁREA TÉCNICA DAS CÂMARAS

2.3.1. Requisitos dos espaços

No que diz respeito aos espaços a climatizar, foram consultadas as especificações das seguintes normas: ACSS – ET-06/2010, da norma EN13779:2007, da norma EN15251, da norma EN 15193 e da ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007. Esta documentação define condições e exigências presentes em cada sala no que respeita à iluminação, carga dos equipamentos, extração, necessidades de Ar Novo e temperaturas de conforto.

No cálculo dos caudais a adotar tem que ter em consideração a eficácia de ventilação. Este dado refere-se ao método de ventilação utilizado, para obter este valor recorreu-se à Portaria nº 353-A, na tabela I01 [21], no entanto este também pode ser retirado da norma EN 13779. Considerou-se o valor de 0,8, correspondente a “*Admissão natural junto ao teto ou junto ao pavimento*” e “*Extração mecânica junto ao teto ou junto ao pavimento*”. Na determinação dos caudais executou-se três aproximações, baseadas em normas diferentes.

A primeira aproximação feita às necessidades de ar novo e extração teve em conta a norma EN 15251, tal como já referido, esta categoriza as necessidades de ar novo a categorização deve ser feita conforme as tabelas 1.12 e tabela 1.13, mencionada na secção 1.5.10. Esta norma possui outros requisitos importantes, tais como requisitos de iluminação, ocupação, renovações, extrações, humedificação e ruído. No entanto estes não foram todos considerados por não se aplicarem ao caso de estudo ou por se ter informação mais relevante sobre essa

matéria.

Tendo em conta os parâmetros dados, procedeu-se à categorização da percentagem de insatisfeitos, considerou-se que em locais com maior quantidade de ocupação é mais difícil satisfazer todos os ocupantes, a estes foi atribuído a categoria “2”. Os restantes locais climatizados foram classificados com a categoria “1”. Para as emissões do edifício considerou-se que, por este ser construído de raiz e o mobiliário ser novo, tem emissões muito baixas (“*Very Low*”). O caudal de extração foi retirado do anexo B2, da tabela B5, desta norma.

Após estas considerações, os caudais obtidos foram os da tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Caudais de ar novo pela Norma EN 15251.

EN 15251 : 2007						
Espaços	Categ.	Edifício	Caudal de Ar Novo			Extração
-		Emissões	l/s.p	l/s.m ²	l/s	l/s
Sala 1	-	-	-	-	-	-
Sala 2	2	very low	7	0,35	311,8	-
Sala 3	2	very low	7	0,35	48,7	-
Sala 4	2	very low	7	0,35	59,5	-
Sala 5	1	very low	10	0,5	48,5	-
Sala 6	1	very low	10	0,5	48,5	-
Sala 7	1	very low	10	0,5	48,4	-
Sala 8	1	very low	10	0,5	48,4	-
Sala 9	1	very low	10	0,5	35,9	-
Sala 10	2	very low	7	0,35	101,1	-
Sala 11	2	very low	7	0,35	29,8	20
Sala 12	1	very low	10	0,5	42,0	-
Sala 13	1	very low	10	0,5	56,5	-
Sala 14	1	very low	10	0,5	16,3	-
Sala 15	1	very low	10	0,5	15,1	-
Sala 16	-	-	-	-	-	-
Sala 17	-	-	-	-	-	-
Sala 18	-	-	-	-	-	-
Sala 19	-	-	-	-	-	-
Sala 20	2	very low	7	0,35	71,3	10
Sala 21	2	very low	7	0,35	71,6	10
Sala 22	-	-	-	-	-	10
Sala 23	-	-	-	-	-	15
Sala 24	-	-	-	-	-	15
Sala 25	-	-	-	-	-	10
Sala 26	1	very low	10	0,5	371,9	-
Sala 27	-	-	-	-	-	-

Na segunda aproximação, recorreu-se ao novo regulamento trazido pelo Decreto de Lei 118/2013 da de 20 de agosto, que aprovou o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE). Na determinação das necessidades de ar novo neste edifício, recorreu-se ao método prescritivo descrito neste regulamento. O método determina os caudais de ar novo, com o intuito de diluir as cargas poluentes geradas pelos ocupantes e as geradas pelos materiais utilizados na construção e mobiliário. O caudal a aplicar, nesta metodologia é o maior destas duas cargas (cargas por ocupação e cargas de construção e mobiliário [21]. Para a escolha do caudal a aplicar utilizou-se duas tabelas de caudais de ar novo, disponibilizadas neste

regulamento (Tabela I.04 e I.05, [21]).

Tabela 2.4 – Caudais de ar novo mínimo trazido pela ocupação

Categoria	Tipo de atividade	Caudal de Ar Novo [m ³ /hora.pessoa]	Atividade [met]
1	Sono	16	0,80
2	Descanso	20	1,00
3	Sedentária	24	1,20
4	Moderada	35	1,75
5	Ligeiramente Alta	49	2,50
6	Alta	98	5,00
7	Jardins de Infância / Creches	28	1,40
8	Espaços Desocupados	0	0,00

Tabela 2.5 – Caudais de ar novo mínima em função dos poluentes do edifício

Categoria	Situação do Edifício	Caudal de Ar Novo m ³ /hora.m ²
1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	2
2	Atividades sem Emissões Específicas	3
3	Atividades com Emissões Específicas	5

É importante salientar, que a categoria 1 da tabela 2.5 foi inserida devido ao que está descrito no ponto 2.2.2 alínea 4 deste regulamento, onde é referido que se houver predominância de materiais de baixa emissão o caudal de ar novo deve ser 2 m³/(h.m²). Outra questão importante de salientar são as exceções, assim, ficam excluídos do cumprimento de valores de caudal mínimo de ar novo ou da verificação das condições de adequada ventilação natural, as seguintes situações:

- A. Espaços sem ocupação permanente, designadamente corredores, balneários, instalações sanitárias, arrumos, armazéns, copas e similares ou espaços que são ocupados ocasionalmente e por períodos de tempo inferiores a duas horas por dia;
- B. Espaços técnicos e locais sujeitos a requisitos de higiene e segurança no local de trabalho, relativos à renovação de ar interior, no âmbito da respetiva atividade, com fontes poluentes específicas e nos quais são manuseados produtos químicos e biológicos.

Em situações particulares foram asseguradas extrações nos locais assinalados na tabela I.06 do regulamento SCE, aqui representada com tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Caudais mínimos de extração em instalações específicas

Tipo de utilização	Caudal (m ³ /h)
Instalação sanitária pública	Max (90 x (n.º urinóis + n.º sanitas); 10 x Apav)
Instalação sanitária privada	Max (45 x (n.º urinóis + n.º sanitas); 10 x Apav) ^(a)
Balneários	Max (45 x n.º duche; 10 x Apav) ^(a)
	Max (90 x n.º duche; 10 x Apav) ^(b)

^{a)} Quando o sistema de extração tem funcionamento contínuo

^{b)} Quando o sistema de extração não está em contínuo

Para esta segunda aproximação, os caudais obtidos foram os apresentados na tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Caudais de ar novo pelo regulamento SCE.

SCE 2013 - Portaria n.º 353-A/2013								Caudal Mín adotado	
Esp.	Cat.	Tipo de Atividade	Caudal l/s	Cat.	Poluentes	Caudal l/s	n.º San.	Caudal Ext. l/s	Caudal l/s
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sala 1	8	Espaços Desocupados	0	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	-	-	0
Sala 2	2	Descanso	229,2	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	36,6	-	-	230
Sala 3	2	Descanso	27,8	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	21,8	-	-	30
Sala 4	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	66,7	-	-	70
Sala 5	3	Sedentária	25	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	12,2	-	-	25
Sala 6	3	Sedentária	25	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	12,2	-	-	25
Sala 7	3	Sedentária	25	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	12,2	-	-	25
Sala 8	3	Sedentária	25	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	12,2	-	-	25
Sala 9	3	Sedentária	16,7	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	12,1	-	-	20
Sala 10	2	Descanso	69,4	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	21,5	-	-	70
Sala 11	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	5,7	-	-	10
Sala 12	Exc. B	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	18,9	-	-	20
Sala 13	5	Ligeiramente Alta	51	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	21,1	-	-	55
Sala 14	Exc. B	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	4,2	-	-	5
Sala 15	5	Ligeiramente Alta	17	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	2,8	-	-	20
Sala 16	8	Espaços Desocupados	0	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	-	-	0
Sala 17	8	Espaços Desocupados	0	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	-	-	0
Sala 18	8	Espaços Desocupados	0	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	-	-	0
Sala 19	8	Espaços Desocupados	0	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	-	-	0
Sala 20	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	16	4	100	20
Sala 21	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	16,4	3	75	20
Sala 22	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	1	25	0
Sala 23	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	3	45	0
Sala 24	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	2	45	0
Sala 25	Exc. A	-	-	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	2	50	0
Sala 26	5	Ligeiramente Alta	340,3	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	135,4	-	-	345
Sala 27	8	Espaços Desocupados	0	1	Predominância de Materiais de Baixa Emissão	-	-	-	0

Na sala 22 existe um urinol e uma sanita, no entanto devido às dimensões reduzidas do espaço e para que a extração não fosse muito elevada, considerou-se apenas a sanita.

Na terceira aproximação, recorreu-se aos requisitos técnicos da Especificação técnica do ACSS. Esta documentação especifica as extrações a usar e apresenta um conjunto de soluções para cada tipo de sala possível num estabelecimento hospitalar. No que se refere à extração é apresentada a tabela 2.8.

Tabela 2.8 – Tabela de renovações ACSS – ET 06/2010

	Áreas	Renovações
Compartimentos indifereciados	Armazém de produtos químicos	10 Ren/h
	Despejos	10 Ren/h
	Lixos	10 Ren/h
	Arquivos	2 Ren/h
	Arrecadações	2 Ren/h
	Instalações sanitárias	10 Ren/h
	Armazém de peças (Anatomia patológica)	10 Ren/h
	Parqueamentos	300 m ³ /h.veículo
	Oficinas	6 a 8 Ren/h
Zonas técnicas	Lavandaria	15 Ren/h
	Cozinhas	12 Ren/h
	Copas	10 Ren/h
	Vestiários	10 m ³ /h.m ²
	Posto de transformação	5 Ren/h
	Casas de máquinas de elevadores	12 Ren/h
	Central de emergência	15 Ren/h
	Centrais técnicas e similares	6 a 8 Ren/h

No que diz respeito aos caudais de ar novo, foram adotadas quatro soluções propostas por esta documentação. As soluções referem-se aos espaços climatizados e são apresentadas no ACSS, abaixo estão as tabelas 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12, estas referem-se as soluções adotada.

Tabela 2.9 – Tabela para a solução 10 do ACSS

Compartimento	Espera	10
Observações	As UTAN a utilizar devem ter filtragem final mínima F7.	
Parâmetros	Características	Observações
Tratamento	VC a 2/4 tubos	
Extração	Específica da zona	Sistemas de extração “sujos”/”limpos”, separados.
Sobrepresão/subpressão	Equilíbrio	
Ar novo	15 m ³ /m ²	
Condições ambiente	25°C no Verão; 20° C no Inverno	

Tabela 2.10 – Tabela para a solução 20 do ACSS

Compartimento	Gabinetes médicos e salas em geral	20
Observações	As UTAN a utilizar devem ter filtragem final mínima F7.	
Parâmetros	Características	Observações
Tratamento	VC a 2/4 tubos	
Extração	Específica da zona	Sistemas de extração “sujos”/”limpos”, separados.
Sobrepresão/subpressão	Equilíbrio	
Ar novo	30m ³ /h.pessoa	
Condições ambiente	25°C no Verão; 20° C no Inverno	

Tabela 2.11 – Tabela para a solução 15 do ACSS

Compartimento	Enfermarias	15
Observações	A UTAN a utilizar deve ter filtragem final mínima EU7	
Parâmetros	Características	Observações
Tratamento	VC a 2/4 tubos	
Extração	Específica da unidade de internamento (limpos)	
Sobrepresão/subpressão	Subpressão (conjunto enfermaria/instalações sanitárias)	
Ar novo	45 m ³ /h.pessoa	
Condições ambiente	25°C no Verão; 20° C no Inverno	

Tabela 2.12 – Tabela para a solução 11 do ACSS

Compartimento	Esterilização	11
Observações gerais	As UTA e UTAN a utilizar devem ter filtragem final mínima F7.Inclui receção e depósito de pré-esterilizados	
Parâmetros	Características	Observações
Tratamento	UTA e ventiladores específicos	Sistemas de extração “sujos”/”limpos”, separados.
Filtragem suplementar	Sim; terminal; mínima H12	Filtros instalados em local acessível, o mais próximo possível da zona. Filtros terminais disporão de pressostatos diferenciados ligados ao sistema de gestão técnica centralizada.
Humidificação	Não	
Sobrepresão/subpressão	Sobrepresão	
Insuflação	Difusores	
Caudal de ar recirculado	8 Rec/h	
Recirculação	Sim	
Ar novo	10m ³ /h.m ²	
Diferencial de temperatura	Máximo 8° C em frio	
Condições ambiente	26°C; 40 a 50% HR	

A escolha das soluções a adotar baseou-se nas funções de cada área. Com os valores propostos efetuou-se a determinação dos caudais a adotar, obtendo os valores da tabela 2.13.

Tabela 2.13 – Caudais de ar novo pelo regulamento da ACSS

ACSS - ET 06/2008						
Espaços	Obs norma		Caudal de Ar Novo			Extração
-	Soluções ACSS		m³/h.p	m³/h.m²	l/s	l/s
Sala 1		Sem requisitos				
Sala 2	10	15m³/h.m²		15,00	274,48	
Sala 3	10	15m³/h.m²		15,00	163,54	
Sala 4					0,00	
Sala 5	20	35m³/h.pess AN	35,00		36,46	
Sala 6	20	35m³/h.pess AN	35,00		36,46	
Sala 7	20	35m³/h.pess AN	35,00		36,46	
Sala 8	20	35m³/h.pess AN	35,00		36,46	
Sala 9	20	35m³/h.pess AN	35,00		24,31	
Sala 10	20	30m³/h.pess AN	35,00		121,53	
Sala 11	20	35m³/h.pess AN	35		36,46	
Sala 12	15	45m³/h.pess AN	45,00		31,25	
Sala 13	15	30m³/h.pess AN	45,00		46,88	
Sala 14	11	8Ren/h / 10m³/h.m² AN		10,00	21,18	37,96
Sala 15	11	8Ren/h / 10m³/h.m² AN		10,00	14,24	24,60
Sala 16		10Ren/h				32,08
Sala 17		2Ren/h				4,50
Sala 18		2Ren/h				19,34
Sala 19		2Ren/h				3,33
Sala 20	20	35m³/h.pess AN	35,00		85,07	172,88
Sala 21	20	35m³/h.pess AN	35,00		85,07	177,00
Sala 22		10Ren/h				36,75
Sala 23		10Ren/h				117,00
Sala 24		10Ren/h				118,50
Sala 25		10Ren/h				22,50
Sala 26	20	30m³/h.pess AN	35,00		243,06	
Sala 27		12Ren/h				792,00

A Área técnica das câmaras foi considerado espaço não útil, no entanto caso não fosse assim considerado teria uma taxa de renovação de 12 Ren/h.

Após estas aproximações, selecionou-se o valor máximo para cada sala, desta forma é possível garantir-se que os caudais aqui dimensionados respeitam estas documentações técnicas. O dimensionamento dos caudais não termina nesta fase, é ainda necessário corrigir os valores dimensionados por forma a equilibrar o edifício. Caso este não seja feito há o risco do edifício estar em subpressão e ser contaminado por infiltrações do exterior.

Antes de equilibrar caudais é importante ter em consideração as necessidades de algumas salas. Na Enfermaria, Copa e Acamados (Sala 12, 11 e 13) foi necessário aumentar os caudais de extração, isto porque estas salas estão em subpressão, o que significa que o caudal de insuflação é inferior ao de extração. Por outro lado também significa que a divisão adjacente a estas salas terá que ser compensada com o caudal de ar que “perde” para estas. Em resumo a sala “Circulação” e a “Sala das câmaras” terão que receber o caudal que passa para as salas em sobrepressão.

De forma inversa acontece o mesmo com as salas em sobrepressão, é o caso da sala “Esterilização” e “Área de limpos”. Estas duas salas vão “fornecer” à sala “Circulação” com ar que passa pelas respetivas portas.

Para o cálculo destas fugas utilizou-se uma folha de cálculo para determinar o caudal de ar que passa pelas portas. Esta baseia-se na determinação do caudal de ar em passagens estreitas apresentado no ASHRAE 2009, cap. 16, pág.15, cujos resultados podem ser vistos no ANEXO O. Nesta fase é importante ter noção das pressões em cada sala, pois são estas diferenças de pressão que vão provocar a movimentação do ar nas salas. Considerou-se todas as salas com uma pressão de 10 Pa, com a exceção das salas em subpressão, que vão estar a 5 Pa, e as salas em sobrepressão, que vão estar a 15 Pa. No ANEXO O são apresentados os cálculos efetuados para as fugas.

Após estes ajustes executa-se a correção de caudais, aumentando-se os caudais de insuflação ou de extração para que o somatório dos caudais insuflados seja igual ao caudal extraído. As salas disponíveis para esse efeito são aquelas que não têm insuflação, as que estão em sobrepressão e as em subpressão. Neste último caso é necessário ter em atenção o caudal insuflado, para não ser maior ou igual ao extraído, caso contrário a sala deixa de estar em subpressão.

Na correção de caudais efetuada, insuflou-se ar novo na “Circulação”, aumentou-se o caudal da sala de “Esterilização”, “Área de limpos” e nos “I.S. Vestiários – Utentes”, por fim insuflou-se ar nas I.S. dos funcionários Feminino e Masculino. Os novos valores obtidos estão apresentados na tabela 2.14.

Tabela 2.14 – Caudais de ar novo adotados equilibrados

Espaços	Estado	Caudais Adotados				
		Em desequilíbrio		Correções		Renovação
		Insuflação (l/s)	Extração (l/s)	Insuflação	Extração	
Sala 1	Equilíbrio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sala 2	Equilíbrio	315,0	0,0	315,0	315,0	7,2
Sala 3	Equilíbrio	165,0	0,0	165,0	165,0	6,3
Sala 4		70,0	0,0	238,0		4,1
Sala 5	Equilíbrio	50,0	0,0	50,0	50,0	3,4
Sala 6	Equilíbrio	50,0	0,0	50,0	50,0	3,4
Sala 7	Equilíbrio	50,0	0,0	50,0	50,0	3,4
Sala 8	Equilíbrio	50,0	0,0	50,0	50,0	3,4
Sala 9	Equilíbrio	40,0	0,0	40,0	40,0	2,8
Sala 10	Equilíbrio	125,0	0,0	125,0	125,0	4,8
Sala 11	Subpressão	40,0	20,0	40,0	74,0	10,8
Sala 12	Subpressão	45,0	0,0	45,0	79,0	3,5
Sala 13	Subpressão	60,0	0,0	60,0	69,0	4,1
Sala 14	Sobrepessão	25,0	40,0	74,0	40,0	15,6
Sala 15	Sobrepessão	20,0	25,0	59,0	25,0	19,2
Sala 16	-	0,0	35,0	0,0	0	10,9
Sala 17	-	0,0	5,0	0,0	5,0	2,2
Sala 18	-	0,0	20,0	0,0	20,0	2,1
Sala 19	-	0,0	5,0	0,0	5,0	3,0
Sala 20	Subpressão	90,0	175,0	141,0	175,0	10,1
Sala 21	Subpressão	90,0	180,0	146,0	180,0	10,2
Sala 22	-	0,0	40,0	0,0	40,0	10,9
Sala 23	Subpressão	0,0	117,0	70,0	120,0	10,3
Sala 24	Subpressão	0,0	118,5	70,0	120,0	10,1
Sala 25	-	0,0	22,5	0,0	25,0	11,1
Sala 26	Equilíbrio	375,0	0,0	409,0	375,0	1,5
Sala 27	-	-	792,0	-	-	0,0
Total=		1660,0	1595,0	2197	2197	
Diferença		-65,0		0,0		

Insuflar as I.S. dos funcionários não é o mais indicado, mas nesta situação, pelo facto de este local ser utilizado para mudas de roupa e também funcionando como balneários, contribui para que os utilizadores tenham algum conforto térmico. De certa forma esta ação contribui para o bem-estar dos ocupantes.

2.3.2. Requisitos dos sistemas

Na definição dos sistemas a utilizar foi seguida as especificações técnicas recomendadas pela ACSS. Visto esta ser um requisito necessário para qualquer Unidade Hospitalar a nível Nacional. Foram também consultadas outras Normas e regulamentos, mas a título informativo, tais como EN 13053 de 2003, o Manual “*HAVAC Design Manual for Hospitals and Clinics*”, o Manual “*Handbook of Air Conditioning and Refrigerations*” e o ASHRAE Fundamentals 2009.

2.3.2.1. Centrais de frio

As centrais térmicas de frio, a instalar, devem obedecer aos seguintes requisitos: chiller com condensação de ar, podendo também ser de água, desde que as torres de arrefecimento sejam do tipo fechada; chiller deve ter recuperador de calor, a potência de arrefecimento deve ser

calculada por simulação dinâmica multizona, estipulada no artgº 8º e 13º DL79/2006; o número de chillers a instalar, nunca deverá ser inferior a dois, sendo a potência de arrefecimento repartida, o regime de funcionamento, a nível térmico não deve ultrapassar o diferencial de 5 °C e a temperatura de saída da central deve ser menor ou igual a 7 °C; Devem ser consideradas duas bombas de circulação ativas, sendo uma delas a primária, devendo possuir contagem de energia e possibilidade de ligação a um sistema de gestão técnica centralizada, para monitorização das condições de funcionamento e o fluido frigorigéno deve estar de acordo com o Regulamento CE nº2037/2000.

2.3.2.2.Centrais de calor

As centrais térmicas de calor devem obedecer aos seguintes requisitos: a água quente deve ser aquecida com recurso a bomba de calor, complementarmente pode existir aquecimento de sistemas de cogeração ou trigeração e de painéis solares térmicos; o número de caldeiras deve ser de três e cada unidade de produção de água quente satisfará 35% das cargas totais; o regime de funcionamento, a nível térmico não deve ultrapassar o diferencial de 20 °C e a temperatura máxima no circuito não ultrapassar os 80 °C; cada caldeira deve estar associada a uma bomba primária de circulação de água, incluindo uma de reserva associada a qualquer uma das anteriores, As caldeiras devem poder funcionar a gás natural e a gás propano pelo que os seus queimadores devem ser do tipo multigás e devem possuir contagem de energia e possibilidade de ligação a um sistema de gestão técnica centralizada, para monitorização das condições de funcionamento.

2.3.2.3.Unidades de Tratamento de Ar Novo (UTAN)

As Unidades de Tratamento de Ar devem obedecer aos seguintes requisitos: módulo de entrada de ar novo, com registo; módulo de pré-filtragem (mínimo F5); módulo de ventilação (com óculo e iluminação a 24 V); atenuador de ruído, eventualmente dispensável; módulo de filtragem (mínimo F7 a F9). Os módulos de filtragem disporão de pressostatos diferenciais com ligação ao sistema de gestão técnica centralizada, deve ser privilegiada a inclusão de um módulo de recuperação de energia sensível nas UTAN, sendo obrigatório a inclusão deste módulo em todas as unidades em que o caudal de ar novo exceda 13000 m³/h, a comutação calor/frio nas redes de alimentação às UTAN deve ser afeta ao sistema de gestão técnica centralizado por simples atuação em válvulas de comando elétrico. Deve ser previsto “change-over” automático.

2.3.2.4.Unidades Terminais

As Unidades Terminais devem obedecer aos seguintes requisitos: reparados para ligação de um sistema de gestão técnica centralizada, caixa de mistura ar novo / ar recirculado, filtragem (G4), baterias de arrefecimento/aquecimento, ventilador de três velocidades e a comutação calor/frio nas redes de alimentação aos VC deve ser afeta ao sistema de gestão técnica centralizado por simples atuação de válvulas de comando elétrico. Deve ser previsto “change-over” automático.

2.3.2.5.Ventilação

A ventilação deve obedecer aos seguintes requisitos: Todo o hospital deve estar dotado de ventilação forçada; os ventiladores devem estar em pisos técnicos sempre que possível; as respetivas rejeições devem ser feitas para a fachada oposta à da admissão de ar com “selagem” e sem plenos de rejeição; só em casos especiais, centrais técnicas por exemplo, se aceita a montagem de ventiladores em zonas de serviço; os ventiladores devem estar preparados para ligação ao sistema de gestão técnica centralizada; deve ter-se sempre em atenção que as respetivas rejeições não podem fazer-se para locais próximos das admissões de ar novo; nem em locais de passagem ou de permanência de público, janelas, portas, etc.; devem ser sempre previstos sistemas independentes de extração de zonas “sujas” e “limpas” e, dentro destas, por serviço; as rejeições devem ser feitas a uma velocidade nunca inferior a 4 m/s e devem ser sempre privativas de cada sistema.

2.3.2.6.Humidificação

A Humidificação deve obedecer aos seguintes requisitos: só se prevê humidificação nas UTA relativas às zonas adiante especificadas nas soluções, não são permitidos sistemas de humidificação por água, no caso de não haver produção centralizada, o vapor para humidificação deve ser produzido a partir de água desmineralizada, devendo ser utilizado preferencialmente um gerador de vapor com queima de combustível gasoso, gás natural ou ar propanado.

2.3.2.7.Admissão e Extração

A Admissão e Extração devem obedecer aos seguintes requisitos: Devem ser feitas em locais opostos às extrações, as saídas de extração devem estar juntos a focos localizados de poluição e as admissões devem estar a uma distância mínima em relação a locais de poluição, por forma a respeitar a tabela I.07 da Portaria nº 353-A 2013.

2.3.3. Nível de ruído

Os níveis de ruído são fatores que contribuem para o bem estar dos ocupantes e de forma indireta contribui para a produtividade dos mesmos. Nesta secção vai ser apenas considerado o ruído e o som indesejado. Neste estudo foi utilizada a norma ASHRAE. Para analisar esta questão será utilizado o conceito Fonte – Percurso – Recetor, a fonte a analisar é o sistema AVAC dimensionado, este produz vibrações e ruídos indesejados que percorrem um caminho (ou percurso) até chegar ao recetor (os ocupantes do edifício). Os percursos podem ser vários, como exemplificado na figura 2.4.

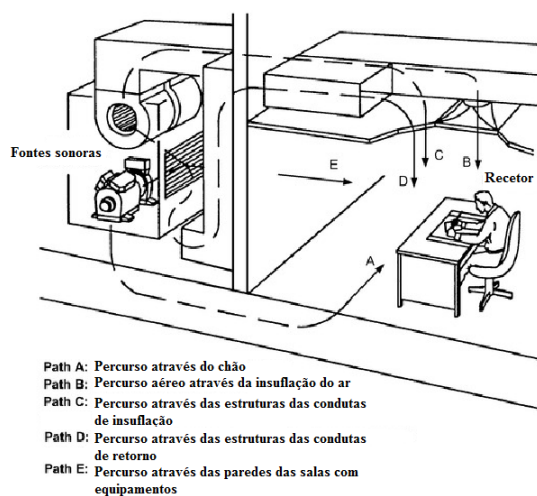


Figura 2.4 – Percursos típicos na propagação de ruído

Na sua generalidade o ruído depende de dois fatores. O primeiro é a perceção da sonoridade em relação às atividades normais, se este for perceptível, geralmente causa reclamações. O segundo é a qualidade do som, Se o ruído é percebido como um estrondo, palpitação, rugido, chiado, ou tom, este pode resultar em queixas de irritação e estresse. O design acústico deve ser baixo o suficiente para assegurar a não perturbação dos ocupantes e a qualidade [22]. A tabela 1, do Cap. 48, no *ASHRAE HANDBOOK*, recomenda metas para ruído de fundo em vários tipos de salas servidas por um sistema de climatização. Nessa tabela é tida em conta o primeiro fator juntamente com as tarefas executadas na sala, sendo considerado neutro o segundo fator.

Existem vários métodos para classificar ou medir ruído e determinar a sua aceitabilidade. Os métodos consultados foram o método tradicional, pela medição ponderada da pressão sonora “A” (dBA) e a tangente de critério de ruído (NC – *Noise Criteria*), o critério da sala (RC – *Room Criterion*) e o mais recente RC MarkII. Também pode ser utilizado o critério de balanço de ruído (NCB – *Balance Noise Criterion*) ou o critério de ruído na sala (RNC –

Room Noise Criteria). Cada um destes métodos foi criado para funções específicas, mas nem todos se adaptam aos sistemas de classificação ou determinação de ruído em AVAC.

Na medição da pressão sonora (dBA e dBC), a medida dBA mede a intensidade do ruído de uma forma aproximada ao ser humano mas não considera o fator da qualidade sonora. O dBC é mais sensível a sons de baixa frequência, trazendo uma maior contribuição para a medição total. Quando a diferença entre estes dois parâmetros (dBC-dBA) for superior a 25 dB, significa que há uma grande quantidade de som de baixa frequência, sendo importante quando a obtenção deste dado nas especificações de qualquer produto [1].

O Critério de ruído (NC) é representado por classificação numérica pouco sensível à intensidade sonora. O método é constituído por um conjunto de curvas criteriosas (Figura 8 do ASHRAE 2009, cap. 8.16), representado por uma classificação tangencial, de 5dB em 5dB posições, que vão de 63 Hz a 8000Hz. As curvas do critério definem o limite do espectro das bandas de oitavas que não devem ser ultrapassadas em alguns espaços (dependendo do espaço verificar com tabela 1 do [22]), de forma a ser aceite pelos ocupantes. Este método tem as suas desvantagens, o facto do procedimento tangencial não seguir com precisão o espectro e o facto de sons diferentes poderem ser classificados com níveis iguais, pode levar a avaliações erradas. Além disto para sistemas de volume de ar variável (VAV) a frequência é por vezes menor que 63 Hz, fazendo com que este não seja o mais indicado neste tipo de sistemas.

O critério de balanço de ruído (NCB), é utilizado mais para especificar ou avaliar os ruídos provenientes de salas. Em comparação com o método NC, o seu espectro (Figura 8 do ASHRAE 2009, cap. 8.16) possui mais duas frequências (16 e 31,5 Hz) e níveis sonoros mais baixos em frequências de oitavos de banda mais altos. É baseado no nível de interferência do discurso, com testes adicionais para sons como estrondos e chiados. Este método ajuda a determinar se um espectro sonoro tem uma forma desequilibrada que necessita de correção, no entanto para frequências muito baixas com valores de pressão sonora acima de, aproximadamente 75 dB, podem representar um problema.

O Critério de Sala (RC), é representado por classificação numérica única, representado por um conjunto de curvas (Figura 9 do ASHRAE 2009, cap. 8.17), bem balanceadas e neutras do espectro que inclui representações para frequências mais baixas (16 e 31,5 Hz). Este avalia o ruído de fundo em espaços, no seu efeito na comunicação e na estimativa da qualidade subjetiva do som.

O Critério de Sala MarkII, é uma revisão ao método RC, tal como este, é utilizado para

classificação sonora do sistema AVAC como um todo. No entanto este é principalmente usado como ferramenta de diagnóstico para analisar problemas sonoros. O RC MarkII está compreendido em três partes, a primeira refere-se ao conjunto de curvas criteriosas (as mesmas do método RC), a segunda é o procedimento para determinação da classificação RC e o balanço sonoro do espectro, a terceira parte é o procedimento para determinação da satisfação dos ocupantes quando o espectro não tem a forma de uma curva RC (Índice de Avaliação da Qualidade - QAI). Através do valor de QAI e recorrendo à tabela 10, do ASHRAE Handbook of Fundamentals 2009, cap. 8.18, obtem-se uma (entre seis possíveis) classificação para a qualidade sonora.

O método Critério de Ruído em Sala (RNC), é relativamente recente, foi trazido pela *American National Standards Institute* (ANSI) S12.2-2008, este método concilia os gráficos dos espectros dos métodos NCB e RC, resultando num gráfico classificado utilizando o método tangencial das curvas (figura 16 do Gregory C. Tocci 2000). O método RNC não tem uma avaliação do balanço espectral, no entanto este considera o impacto de variações para frequências sonoras baixas com o tempo. Tais variações são normalmente descritas com o surgimento de som na variação de caudal em condutas de grandes dimensões.

O estudo do ruído numa instalação AVAC é importante porque contribui diretamente para conforto e bem estar dos ocupantes. Para além da ASHRAE e da ANSI há muitas mais documentações que abordam a temática, um caso de uma abordagem simples é a norma EN 15251. Esta faz uma análise simples limitando valores por tipo de sala (Anexo E, tabela E1 da norma EN 15251). Além de normalização o Decreto Lei 96/2008 de 9 de Junho e o Decreto - Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, apresentam requisitos e recomendações neste âmbito.

2.3.4. Aspetos de manutenção e instalação

A manutenção dos equipamentos tem como objetivo manter o bom funcionamento, aumentar a longevidade e prevenir doenças. Muitos agentes nocivos à saúde encontram as condições ideais para o seu desenvolvimento neste tipo de circuito.

As manutenções devem seguir as indicações do fabricante conciliando-as com a legislação sobre este assunto. No que respeita à periodicidade e ações a executar é recomendado o Decreto Lei 79/2006 de 4 Abril. O decreto menciona no artigo nº 36 a periodicidade das inspeções e no anexo IV, deste documento, menciona as ações a executar. Devem ser dadas indicações no que se refere à durabilidade dos equipamentos e do próprio edifício. Estas são um conjunto de dados variados e têm como objetivo dar a maior quantidade possível de

informação relevante, sobre instalações e equipamentos. Estas indicações podem ser consultadas na Subsecção 2.13 – Manutenção – da secção 2 das *Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar, ACSS*. [23].

(Página propositadamente deixada em branco)

3 Projeto

Neste capítulo é efetuada a caracterização e dimensionamento do projeto, no que respeita as envolventes, á determinação das condições interiores, ao dimensionamento dos sistemas a utilizar e das redes aeráulicas, no HAP. Será também apresentado os componentes a utilizar, descrita / representada a colocação das condutas e equipamentos.

Para se determinar os resultados pretendidos recorreu-se ao programa HAP. Esta ferramenta ajuda a quantificar as necessidades energéticas e para cada espaço do edifício. Os dados inseridos neste baseiam-se nas normas e especificações técnicas, descritas nos capítulos anteriores e determinaram as necessidades e exigências para cada espaço.

3.1.Caracterização das condições exteriores e das envolventes, no HAP.

As envolventes do edifício caracterizam-se pela temperatura e humidade do meio ambiente exterior e pelas características das barreiras físicas, paredes, pavimentos e tetos. Nesta secção será apresentada a introdução dos dados na ferramenta HAP e a discussão de alguns deles. O HAP é constituído por cinco menus “*Doors*”, “*Windows*”, “*Walls*”, “*Roofs*”, “*Shades*”, “*Schedules*” “*Wether*”, “*Spaces*”, “*Systems*”, “*Plants*” e “*Buildings*”. Cada um contem vários separadores, que separam os dados por um determinado âmbito e, por sua vez cada separador tem vários “*Items*” onde se inserem os dados.

3.1.1. Determinação das condições exteriores, no HAP.

Iniciou-se a introdução de dados no HAP no menu “*Weather*”, o que permitiu introduzir os dados relativos às condições climáticas de modo a que o programa efetue os cálculos corretos para este projeto. Numa primeira fase insere-se a localização do edifício, temperaturas, as datas de mudança de hora e o coeficiente de reflexo da radiação solar do solo no edifício [1] (tabela 10, cap.30 pág.16) (estando o edifício rodeado por relva o coeficiente é de 0,25).

A temperatura de projeto de verão obteve-se na consulta dos quantis empíricos para temperaturas máximas (ANEXO A), sendo adotada a temperatura anual relativa a 97,7%. Isto

significa que se esta a utilizar uma temperatura, como referência para o projeto, que tem uma probabilidade acumulada de ocorrência de 97,7%, obtendo-se a temperatura de projeto para o verão de 33,4°C. Apesar deste se localizar num complexo hospitalar, pelas suas características e exigências, não foi considerado como um hospital, tendo contudo sido equiparado a um centro de saúde.

A correspondente temperatura de bolbo húmido foi obtida recorrendo ao diagrama psicrométrico e à tabela das temperaturas normais para Lisboa / Portela (ANEXO B). Foi traçado no diagrama psicrométrico os pontos de temperatura do ar, da tabela de temperaturas normais no ANEXO B. Por dois meses apresentarem valores de temperatura máximos (temperaturas máximas para o mês de Julho e temperaturas médias máximas para o mês de Agosto), foram representados os pontos para ambos os meses, de forma a encontrar-se o ponto mais desfavorável para o projeto, sendo esse o que tiver maior grau de humidade por quilograma de ar seco.

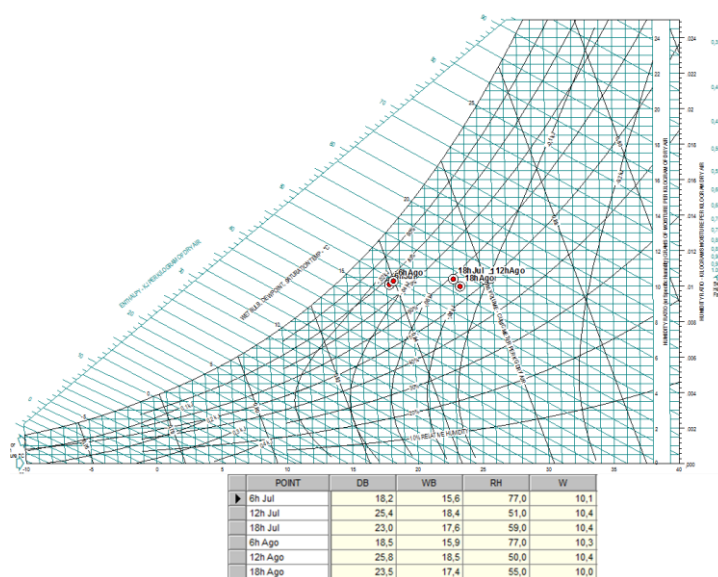


Figura 3.1 – Pontos da tabela de temperaturas normais no CARRIER HDPsyChart, para Julho e Agosto

Pela observação dos pontos, verificou-se que três deles apresentam o mesmo valor mais alto, 10,4 g/kg. Com este valor e para a temperatura de projeto de bolbo seco de verão, determinou-se a temperatura de bolbo húmido, 20,9°C (fig. 3.2).

POINT	DB	WB	RH	W
Temp proj. ver	33,4	20,9	32,2	10,4

Figura 3.2 – Temperatura Projeto bolbo húmido no verão.

Para a temperatura de projeto de inverno recorreu-se aos valores dos quantis empíricos para

temperaturas mínimas (ANEXO A), sendo adotada a temperatura anual relativa a 2,5%, 3,4°C. Foi utilizado o mesmo procedimento para a determinação da temperatura de projeto para bolbo húmido, mas desta vez para os meses de Janeiro e Fevereiro.

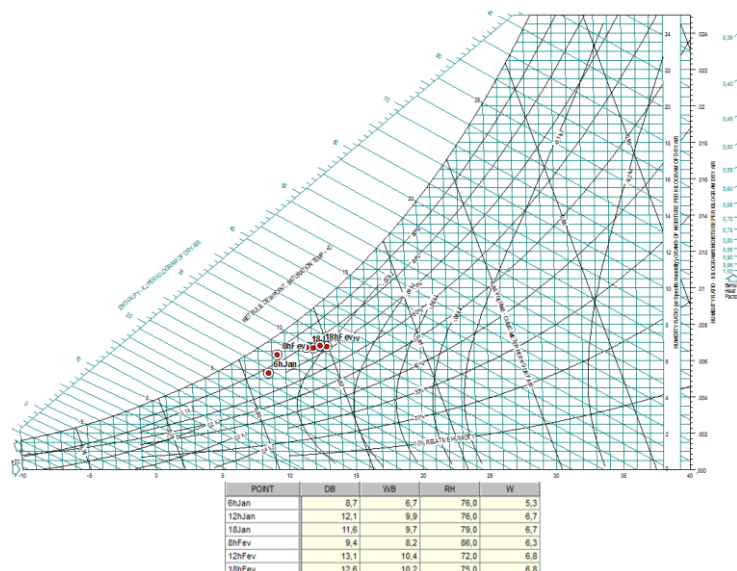


Figura 3.3 – Pontos da tabela de temperaturas normais no CARRIER HDPsyChart, para Janeiro e Fevereiro

Pela observação dos pontos verificou-se que o valor mais baixo será 5,3 g/kg, no entanto, ao cruzar-se com a temperatura de projeto de inverno (3,4°C), concluiu-se que esta metodologia não era viável, porque o cruzamento de linhas iria resultar num ponto fora do gráfico (Humidade Relativa superior a 100%). Por este motivo, assumiu-se uma Humidade Relativa de 95% na época de maior exigência no inverno e, quando se voltou a cruzar dados, obteve-se uma temperatura de projeto de bolbo húmido no inverno de 3,1°C.

	POINT	WB	RH	W	V
	Temp proj. inv	3,1	95,0	4,6	0,79

Figura 3.4 – Temperatura. Projeto bolbo húmido no inverno.

Após a determinação das temperaturas de projeto, inseriu-se a amplitude de temperatura para o local de construção, este valor obteve-se através da consulta do quadro III.1, *Distribuição dos concelhos de Portugal continental segundo as zonas climáticas e correspondentes dados climáticos de referência*, do regulamento RCCTE, 11 °C. Para finalizar a introdução dos parâmetros de projeto, inseriu-se o coeficiente de reflexo solar do solo do edifício, o número de nitidez da atmosfera (1 corresponde às condições nubladas normais), os meses de cálculo e o fuso horário.

Figura 3.5 – Parâmetros de projeto.

No separador “*Design Temperatures*”, do menu “*Weather*”, as temperaturas geradas pelo programa não são as mais adequadas, por isso torna-se necessário corrigir os valores. Neste passo utilizou-se os valores da tabela das temperaturas normais para Lisboa / Portela (ANEXO B). Para obter os valores corrigidos para as temperaturas de bolbo seco arredondou-se os valores máximos absolutos da tabela e substituiu-se os valores superiores á nossa temperatura de projeto por 33,4 °C (temperatura de projeto), de seguida subtraiu-se a estes a amplitude entre as médias máxima e mínima. Como resultado desta ação obteve-se os valores máximos e mínimos corrigidos a colocar no programa.

Tabela 3.1 – Valores corrigidos para o perfil de temperaturas.

Mês	Tabela Temp. Normais Lisboa / Portela					Corrigidos		
	Médias		Max-Min	Tmax	Tmin	Db Max	Db Min	Db Min a usar
	Temp max	Temp min						
Janeiro	14,2	7,2	7,0	20,5	-1,6	20,5	13,5	13,5
Fevereiro	15,0	7,7	7,3	24,8	-1,9	24,5	17,2	17,2
Março	17,0	8,7	8,3	26,7	1,8	26,5	18,2	18,2
Abril	19,2	10,2	9,0	29,8	2,8	29,5	20,5	20,5
Maio	21,9	12,3	9,6	35,7	6,0	33,4	23,8	26,1
Junho	24,8	14,8	10,0	38,8	9,0	33,4	23,4	28,8
Julho	27,5	16,5	11,0	40,2	11,0	33,4	22,4	29,2
Agosto	27,8	16,8	11,0	39,0	12,0	33,4	22,4	28,0
Setembro	26,2	16,0	10,2	38,0	9,6	33,4	23,2	27,8
Outubro	22,4	13,6	8,8	33,5	5,8	33,4	24,6	24,7
Novembro	17,5	9,9	7,6	28,0	2,2	28,0	20,4	20,4
Dezembro	14,6	7,6	7,0	20,4	-0,8	20,0	13,0	13,0

A laranja estão as temperaturas a serem corrigidas e a azul as corrigidas.

No caso das temperaturas para bolbo húmido, recorreu-se ao diagrama psicrométrico, seguindo-se a metodologia adotada anteriormente. Marcou-se os pontos referentes ao mês de Janeiro para as 6, 12 e 18 horas e cruzou-se com o valor máximo e mínimo, obtido no cálculo anterior.

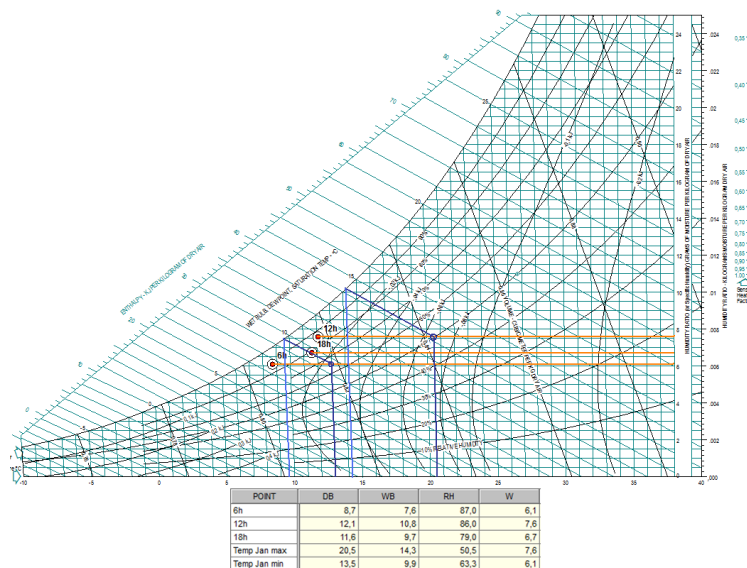


Figura 3.6 – Determinação das temperaturas de bolbo húmido.

Repetiu-se este método para todos os meses e obteve-se os valores da tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Valores corrigidos para o perfil de temperaturas de bolbo húmido.

Corrigidos				
Mês	Dry Bolb Temp		Wet Bolb Temp	
	Max	Min	max	min
Janeiro	20,5	13,5	14,3	9,9
Fevereiro	24,5	17,2	15,0	11,7
Março	26,5	18,2	15,9	12,2
Abril	29,5	20,5	17,3	13,6
Maió	33,4	26,1	19,4	16,6
Junho	33,4	28,8	21,0	18,6
Julho	33,4	29,2	20,9	19,4
Agosto	33,4	28,0	20,9	18,9
Setembro	33,4	27,8	21,0	18,9
Outubro	33,4	24,7	20,2	16,9
Novembro	28	20,4	17,2	13,7
Dezembro	20	13,0	13,2	9,5

Determinados os valores devidamente corrigidos, executa-se a correção no menu “*Weather*” do HAP. Para completar o processo de dimensionamento executa-se a correção do fator solar no menu “*Design Solar*” do HAP, que consiste na correção do fator de multiplicação, o qual resulta do quociente entre os valores de radiação dados pelo HAP e os valores retirados da revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG). Com isto, retirou-se um relatório mensal com os fluxos solares horizontais determinados pelo programa (a partir dos relatórios do HAP), tendo em conta os valores corrigidos. Obtendo assim a seguinte tabela.

Tabela 3.3 – Perfis solares

Meses		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Dias		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	97,5	44,6	138,5	156,8	109,4	35,6	0	0	0	0
	8	49	158,6	316,3	255,1	346,8	359,6	314,6	240,5	146	55,4	122	40,7
	9	229,3	357,6	514,3	464,7	543,7	551,5	511,3	447,1	357,2	256,4	295,3	207,7
	10	382,9	520,2	672	647	713,5	718	683,2	627,6	541,2	436,6	429,7	348,2
	11	488,1	632,1	777,7	788,8	844,5	847,8	818,5	768,9	682,3	572,8	511,9	439,9
	12	536,1	684,9	823,9	880,1	928	932,4	908,3	861,4	770,4	654,5	535,2	474,9
	13	523,5	675	807,3	914,8	958,3	966	946,6	898,8	799,4	675,7	498,2	450,5
	14	451,2	603,1	729,2	890,3	933,3	946,3	930,7	878,7	767,4	635	403,4	368,6
	15	324,6	474,2	595,1	808,5	854,7	874,8	861,8	802,4	676,4	535,2	258,4	235,9
	16	155,4	298,2	414,4	674,8	727,9	756,1	744,4	675	532,9	383,7	80,4	69,5
	17	0,8	93,6	201,8	498,6	561,3	598,3	586,5	505,3	347,1	192,9	0	0
	18	0	0	5,6	292,6	366,5	411,9	398,5	304,9	135,3	7,5	0	0
	19	0	0	0	77,7	158,2	210,1	194	92,6	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0,5	23,7	11,8	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Recorrendo ao documento mencionado, atrás referido, retira-se os valores mensais e determina-se os valores para cada mês para o fator de multiplicação.

Tabela 3.4 – Fatores de multiplicação corrigidos

Meses		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Dias		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Totais do HAP													
Total diario =		3140,9	4497,5	5955,1	7237,6	8075,7	8354,5	8019,6	7138,8	5755,6	4405,7	3134,5	2635,9
Total mensal =		97367,9	125930	184608	217128	250347	250635	248608	221303	172668	136576,7	94035	81712,9
INMG ISSN 0870--4759													
Total mensal =		65000	85000	130000	175000	215000	225000	245000	220000	160000	115000	75000	60000
Fator de correcção=		0,67	0,67	0,70	0,81	0,86	0,90	0,99	0,99	0,93	0,84	0,80	0,73

De seguida, fez-se a introdução dos valores no HAP. Isto vai ajudar a obter valores mais precisos, pois entra em consideração com os mapas de radiação solar do INMG.

Weather Properties - [Lisbon]

Design Parameters | Design Temperatures | Design Solar | Simulation

Design Day Maximum Solar Heat Gains W/m²

Month	Multiplier	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
Jan	0.67	49.8	49.8	49.8	182.5	334.8	444.8	519.7	543.2	542
Feb	0.67	61.0	61.0	121.6	265.6	416.1	500.1	535.2	525.4	510
Mar	0.70	76.3	76.3	226.0	384.4	479.4	538.3	520.6	480.5	456
Apr	0.81	102.0	190.9	360.7	501.9	581.0	572.6	523.5	437.2	394
May	0.86	118.0	287.4	455.1	556.8	607.5	568.5	478.4	361.2	305
Jun	0.90	139.7	334.8	495.3	590.0	624.4	567.4	461.6	329.4	272
Jul	0.99	138.3	333.2	508.5	638.4	686.3	633.1	536.1	401.5	340
Aug	0.99	129.6	231.8	422.5	597.4	683.7	679.7	616.2	514.7	465
Sept	0.93	104.3	104.3	267.4	481.1	614.1	677.0	670.8	618.5	590
Oct	0.84	78.7	78.7	130.8	341.5	487.5	606.4	641.5	635.1	624
Nov	0.80	60.5	60.5	60.5	204.2	392.8	528.1	608.6	633.5	639
Dec	0.73	67.3	67.3	67.3	208.8	444.8	617.2	749.3	800.9	810

OK Cancel Help

Figura 3.7 – Menu “Design Solar” corrigido.

Com os valores já corrigidos, para finalizar o processo, inseriu-se os dados relativos ao calendário. Estes vão fornecer ao programa um ponto de partida para os cálculos.

Weather Properties - [Lisbon]

Design Parameters | Design Temperatures | Design Solar | Simulation

Simulation Weather: Lisbon (TRY) [Select From HAP Library...]
 Import a Weather File...

January 1st is... Wednesday

January

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Holidays List: 1 Janeiro, 18 Abril, 20 Abril, 25 Abril, 1 Maio, 10 Junho, 1 Julho, 15 Agosto, 10 Dezembro

<<< Prev Next >>>

OK Cancel Help

Figura 3.8 – Menu “Simulation”.

3.1.2. Caracterização das envolventes no HAP.

A envolvente térmica de um edifício é composta por barreiras que limitam espaços habitados do ambiente exterior e pelas partições interiores que limitam espaços habitados de espaços não habitados. Estas barreiras traduzem-se em paredes, janelas, portas, tetos e pisos. Neste edifício existem cinco tipos de paredes, dois tipos de janelas, dois tipos de portas, uma laje e dois tipos de pisos, todas estas estruturas foram inseridas no programa para que seja possível mais tarde determinar as perdas e consequentemente as potências necessárias para cada espaço. Na figura 3.9 estão representadas algumas destas barreiras.



Figura 3.9 – Envoltantes.

Na figura verificam-se zonas nas constituições das paredes, com áreas a cinzento, que representam áreas com colunas. Estas também foram consideradas neste projeto, através da criação de uma “parede” com as características das zonas com coluna. Além disto é também possível verificar paredes (a laranja e a amarelo torrado), portas (a castanho) e janelas (a azul) que delimitam a área do edifício. Antes da introdução no HAP, foi feito um estudo prévio para obter alguns valores a inserir, esse trabalho encontra-se descrito no capítulo 2 na secção 2.2.

A introdução da informação sobre a constituição das paredes e suas características, foi feita no HAP através do menu “Walls” (fig.3.10). Com os dados inseridos o programa calcula o valor do coeficiente de transmissão térmica (U), valor que vai contribuir para a determinação das potências nos sistemas para cada sala.

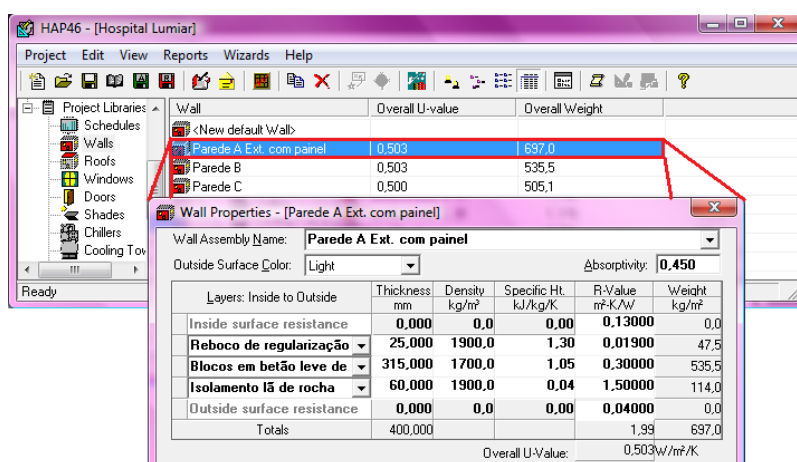


Figura 3.10 – Menu “Walls”

Como referido nesta secção, a envolvente de um edifício refere-se a todas as barreiras que limitam espaços climatizados de espaços não climatizados e do exterior. Estas barreiras não são só as paredes, as janelas também são consideradas nesta introdução de dados. Estes foram inseridos no menu “*Windows*” do HAP, sendo aí colocadas as suas dimensões, o coeficiente de transmissão térmica e o coeficiente de sombra.

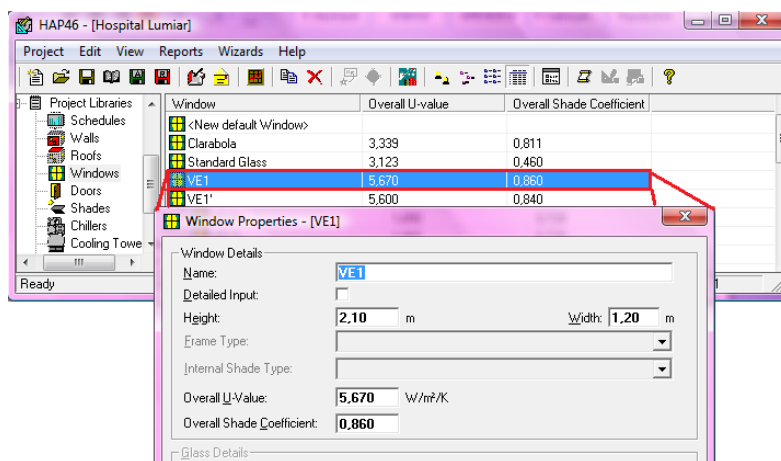


Figura 3.11 – Menu “*Windows*”

As portas foram inseridas no menu “*Doors*”, à semelhança do menu “*Windows*” foram inseridas as dimensões das portas e o coeficiente de transmissão térmica. Neste local pode ainda ser inserido detalhes dos vidros das portas, caso tenham, Neste projeto esta situação não se verificou.

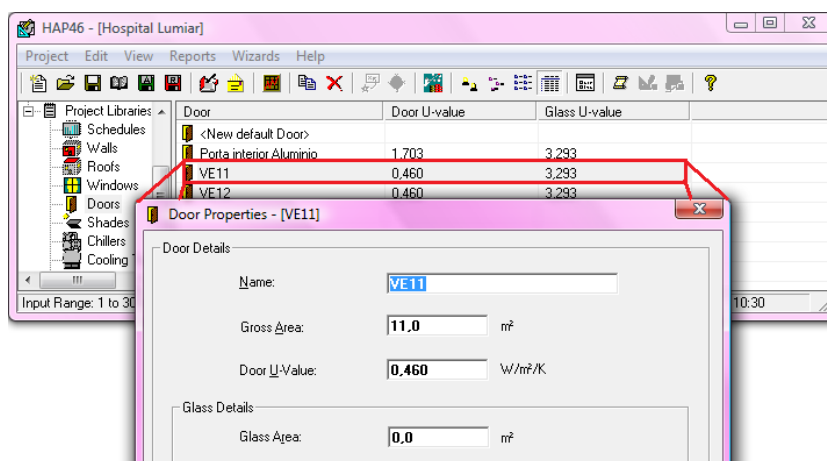


Figura 3.12 – Menu “*Doors*”

Para além das portas, foram ainda inseridas as sombras em cada janela e o teto superior nos menus “*Shades*” e “*Roofs*”, respetivamente. Os dados inseridos relativos ao teto são semelhantes ao do menu “*Walls*”, tendo também sido obtidos de igual forma. No menu “*Shades*” foram inseridas as dimensões de sombreamento. Na figura 3.14 pode-se observar o

modo de determinação destes valores.

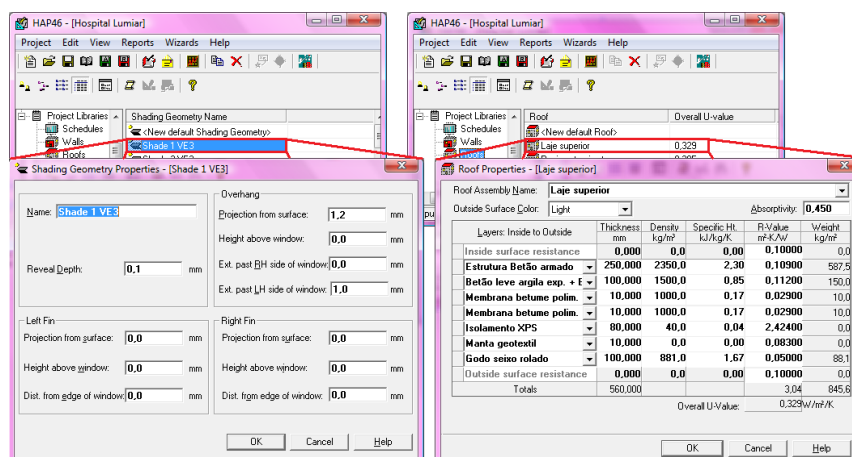


Figura 3.13 – Menus “Shades” e “Roofs”

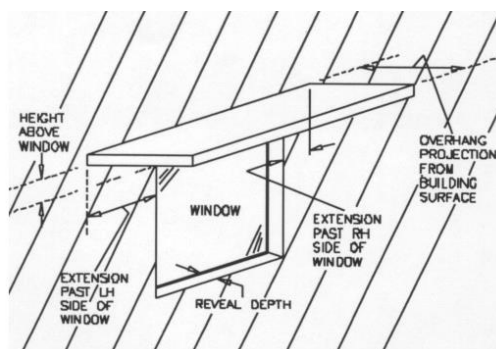


Figura 3.14 – Dimensões para o menu “Shades”

3.1.3. Caracterização das cargas horárias no HAP

Não são só as envolventes que contribuem para a determinação das potências necessárias, é também importante definir o tipo de utilização que as salas irão ter. A introdução desta informação efetua-se no menu “Schedules”. Este menu permite inserir as cargas de utilização para o edifício. Estas cargas estão divididas por utilização de equipamentos elétricos, iluminação e ocupação, sendo definidas com as horas de utilização e quantidade, em perfis de utilização diferentes.

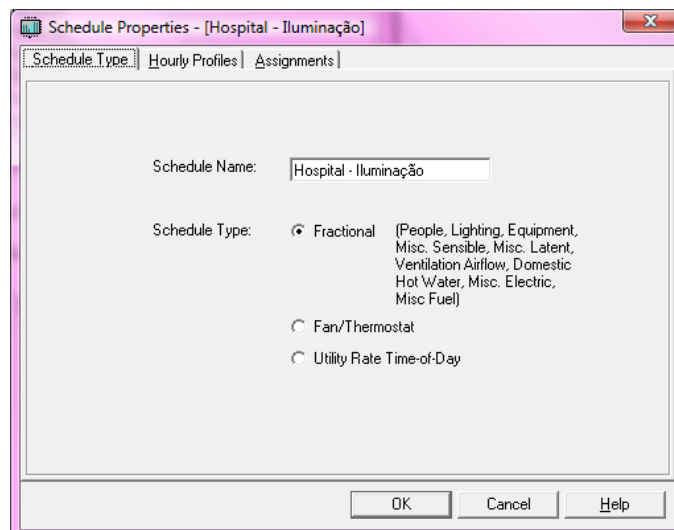


Figura 3.15 – Menu “Schedules”

Este processo inicia-se com a introdução do nome do *Schedule* (horário) a definir, solicitando em seguida o tipo de horário em três opções. Para este projeto optou-se pela utilização da opção “*Fractional*”, devido ao facto de ser um edifício com características hospitalares, para que a sua carga horária seja conforme as cargas de calor a que o edifício está sujeito. Os horários foram inseridos no separador “*Hourly Profiles*”, introduzindo-se no programa os dados das cargas e os horários das mesmas.

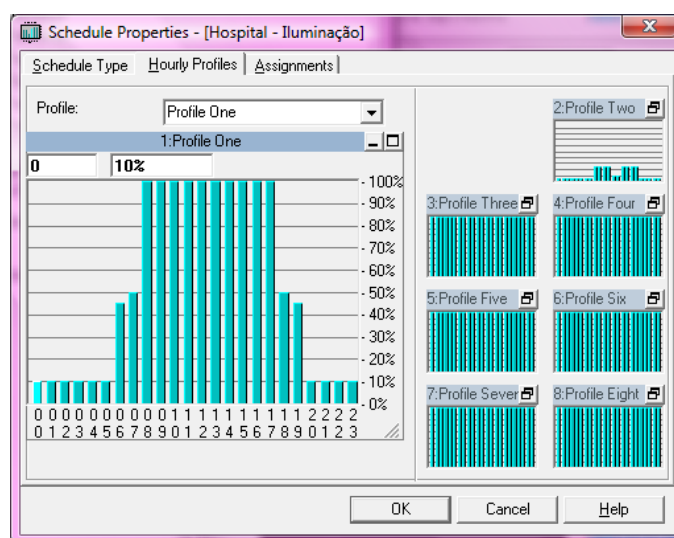


Figura 3.16 – Menu “Schedules” separador “Hourly Profiles”

As cargas de utilização são dadas de forma gráfica através de seleção de uma percentagem para um determinado horário. No projeto foram definidos horários para as cargas de iluminação, de equipamento e ocupação, tendo-se diferenciado cada um destes horários por áreas: o próprio edifício em geral, os gabinetes médicos e a copa.

Os dados introduzidos foram retirados do RSECE [6] anexo XV “*Padrões de referência de utilização dos edifícios*”, na opção “*Escritórios*” para o gabinetes médicos e “*Estabelecimentos de saúde com internamento*” para o hospital em geral, para o caso da copa a opção foi “*Pronto a comer*”.

Os horários e respetivas cargas (em percentagens) foram introduzidos no programa no separador “*Assignments*”. Estes dividem-se em dois perfis, o primeiro perfil refere-se a dias da semana e o segundo para dias de fim-de-semana e feriados.

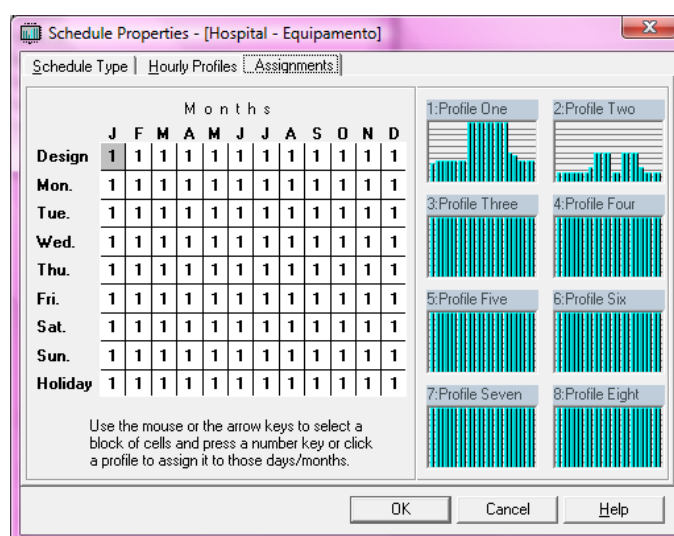


Figura 3.17 – Menu “*Schedules*” separador “*Assignments*”

Após a definição dos perfis, atribuiu-se um em conformidade com o seu enquadramento com dias de semana, fim-de – semana e feriados (para o exemplo acima o regulamento [6] diz que o perfil de semana é igual para todos os dias da semana incluindo feriados).

3.1.4. Caracterização das salas no HAP.

Depois da definição das envolventes e dos horários de utilização, no programa, é necessário definir as salas. Neste processo serão inseridos, para cada sala, os equipamentos, as cargas de iluminação, as envolventes e os caudais de ventilação existentes explicados na secção 2.3.

A introdução dos espaços é feita no menu “*Spaces*” do HAP. Este menu tem várias especificações a inserir, no separador inicial são colocadas as dimensões e os caudais de ventilação (2.3.1).

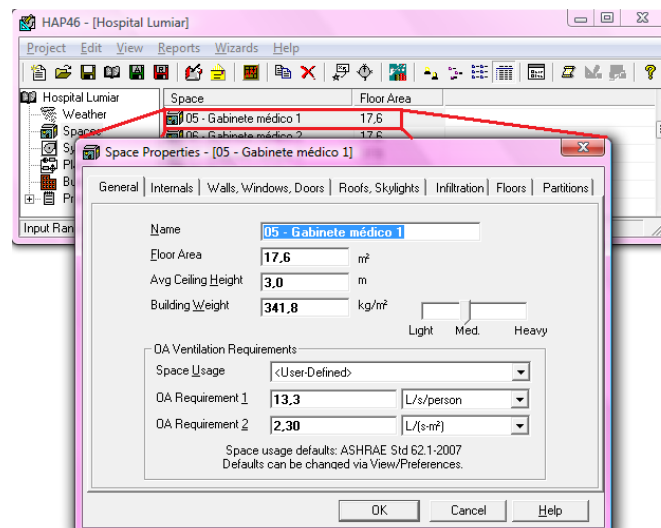


Figura 3.18 – Menu “Spaces”

No separador seguinte, “*Internals*”, são colocadas as características de iluminação, a ocupação e as cargas geradas por equipamentos elétricos. A opção “*Miscellaneous loads*” não foi utilizada, porque esta refere-se às cargas geradas por equipamentos não elétricos, que não foram considerados neste projeto.

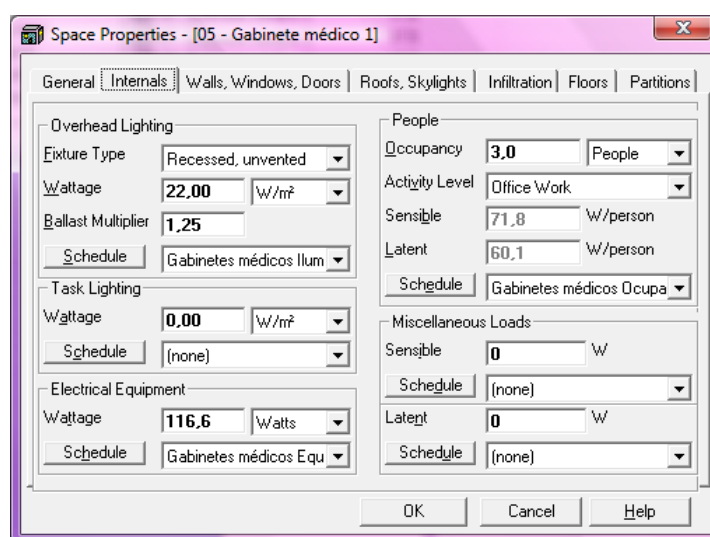


Figura 3.19 – Menu “Spaces” separador “Internals”

O separador seguinte “*Walls, Windows, Doors*” é feita a introdução das envolventes de cada sala. É colocada a orientação para onde a parede está virada, a área desta e se possui portas, sombreamentos e janelas, bem como o tipo de parede, portas, sombreamentos e janelas. Neste separador apenas se define as envolventes, ou seja, barreiras com espaços não climatizados ou com o exterior. Neste exemplo (Gabinete médico 1), as envolventes são a “parede A”, a “Parede A com coluna” e a janela “VE3”, que estão em contacto com o exterior.

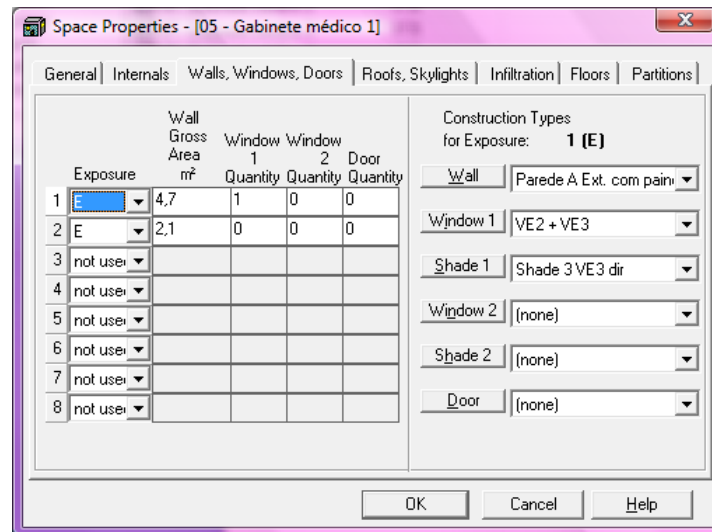


Figura 3.20 – Separador “Walls, Windows, Doors”

Os tetos são inseridos no separador “*Roof, Skylights*”, onde se indica a orientação de exposição do teto, a sua área e se possui claraboias, neste projeto o teto é igual para todo piso.

As trocas de calor através das envoltentes com o exterior não são a única razão para as perdas de calor, um fator que contribui para este facto são as infiltrações, que resultam da passagem de ar em torno dos vãos e pela abertura e fecho de portas. O HAP, no menu “*Infiltrations*”, permite ter em conta este fenómeno, com a possibilidade de cálculo das cargas sensíveis e latentes trazidas ou retiradas dos espaços.

Este edifício, devido à sua actividade, vai estar sobre pressão, o que faz com que não haja infiltrações durante as horas de funcionamento dos sistemas, pois a tendência é para o ar sair e não entrar. Durante o período de não utilização deste espaço as infiltrações não interferem com a climatização, porque o edifício não está em funcionamento na sua totalidade e as salas que estão a ser climatizadas estão em sobre pressão.

As envoltentes de cada sala definem-se nos separadores “*Walls, Windows, Doors*”, “*Roofs, Skylights*”, “*Floors*” e no separador “*Partitions*”. O separador “*Floors*” define o pavimento da sala, no entanto não define a sua estrutura, por este motivo o pavimento para as salas foi definido na secção 2.2.1. Os dados necessários neste separador são o coeficiente térmico do pavimento a área, em cada sala e as temperaturas máximas e mínimas para os espaços climatizados e não climatizados que fazem fronteira com a sala. É também definida o tipo de pavimento, o programa disponibiliza quatro tipos de pavimento:

Space Properties - [05 - Gabinete médico 1]

General | Internals | Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | **Floors** | Partitions

Floor Type

- ☐ Floor Above Conditioned Space
- ☒ Floor Above Unconditioned Space
- ☐ Slab Floor On Grade
- ☐ Slab Floor Below Grade

Floor Above Unconditioned Space

Floor Area: 17.6 m²

Total Floor U-value: 1.772 W/m²/K

Unconditioned Space Max Temp.: 25.0 °C

Ambient at Space Max Temp.: 33.4 °C

Unconditioned Space Min Temp.: 15.0 °C

Ambient at Space Min Temp.: 3.4 °C

OK Cancel Help

Figura 3.21 – Separador “Floors”

No exemplo utilizado (“Gabinete médico 1”) foi colocada a segunda opção, por esta sala se encontrar por cima da cave que é um espaço não climatizado. Este é um espaço, por ser se tratar de uma cave e por grande maioria das suas fachadas estar abaixo do nível do sol, considerou-se este não atinge temperaturas superiores a 25°C e não inferiores a 15°C. Em algumas divisões o pavimento está sobre um espaço não climatizado e o solo em áreas diferentes. Para saber qual a opção a inserir, executou-se o estudo do ANEXO W.

Para terminar este processo de criação de salas no HAP é preenchido o separador “Partitions”, este permite ao programa determinar a influência que os espaços não climatizados adjacentes têm sobre a sala, através do cálculo das perdas de carga e ganhos das paredes ou tetos.

Space Properties - [05 - Gabinete médico 1]

General | Internals | Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | Floors | **Partitions**

	Partition 1	Partition 2
Partition Type	<input checked="" type="radio"/> <u>W</u> all Partition	<input checked="" type="radio"/> <u>C</u> eiling Partitio
Area	6.0 m²	0.0 m²
U-Value	1.783 W/m²/K	2.839 W/m²/K
Unconditioned Space Max Temp.	25.0 °C	23.9 °C
Ambient at Space Max Temp.	33.4 °C	35.0 °C
Unconditioned Space Min Temp.	20.0 °C	23.9 °C
Ambient at Space Min Temp.	3.4 °C	12.8 °C

OK Cancel Help

Figura 3.22 – Separador “Partitions”

Aqui insere-se informação referente à localização da divisória entre o espaço não climatizado e climatizado, esta pode ser uma parede ou um teto. São também inseridos dados sobre estas divisórias (temperaturas, dimensões e coeficiente térmico).

Neste separador é necessário definir a área em contato com o espaço não climatizado, o valor do coeficiente de transmissão térmica e o valor das temperaturas para o espaço não climatizado. Com estes dados o programa vai criar a evolução da temperatura no espaço, a qual é estimada de forma linear, em função da temperatura no exterior. A função para este comportamento é gerada pela introdução de dois pares de temperaturas:

1. A temperatura do espaço não climatizado máxima (“*Unconditioned Space Max Temp.*”) e a correspondente temperatura exterior quando o espaço está com a temperatura máxima (“*Ambient Space Max Temp.*”);
2. A temperatura do espaço não climatizado mínima (“*Unconditioned Space Min Temp.*”) e a correspondente temperatura exterior quando o espaço na sua temperatura mínima (“*Ambient Space Min Temp.*”).

Com isto o que se está a parametrizar é:

- Quando a temperatura no exterior é superior ao valor de “*Ambient Space Max Temp.*”, a temperatura para o espaço não climatizado mantém-se igual ao valor de “*Unconditioned Space Max Temp.*”;
- Quando a temperatura exterior está entre os valores de “*Ambient Space Max Temp.*” e “*Ambient Space Min Temp.*”, a temperatura do espaço não climatizado varia linearmente entre “*Unconditioned Space Max Temp.*” e “*Unconditioned Space Max Temp.*”;
- Quando a temperatura no exterior é inferior ao valor de “*Ambient Space Min Temp.*”, a temperatura para o espaço não climatizado mantém-se igual ao valor de “*Unconditioned Space Min Temp.*”. (Menu Help do HAP)

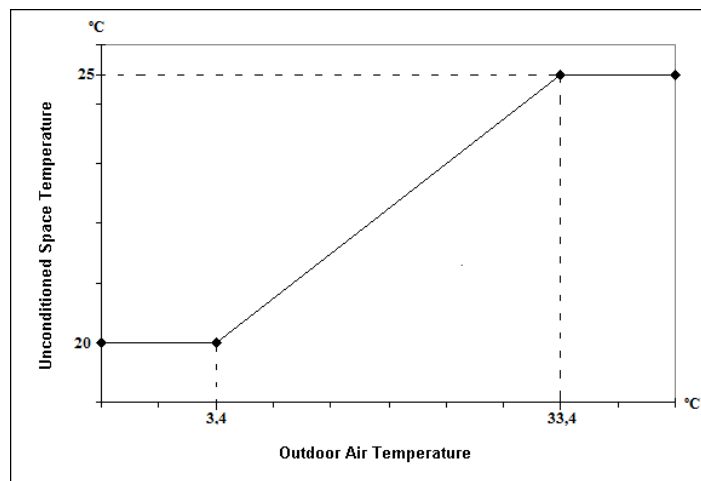


Figura 3.23 – Linha de temperatura para o espaço não climatizado.

Neste projeto este separador foi apenas utilizado para a sala Esterilização. Alguns pormenores desta introdução de dados são explicados na secção Restantes salas (secção 3.1.5).

3.1.5. Restantes salas

No que respeita às restantes salas, os dados variam conforme a localização, a constituição das envolventes e o tipo de pavimento. Estes foram registados no HAP e serão explicados em seguida, bem como o resumo visual do ANEXO G e as particularidades de algumas salas, estes são:

1. Para a sala 14 – Esterilização, é necessário registar no separador “*Partitions*” dados relativos ao espaço não climatizado adjacente, sala Área de Sujos. Este tem duas paredes em contato com o exterior, uma para Norte e Oeste havendo maiores trocas de calor com o exterior.

	Partition 1	Partition 2
Area	8.1	0.0 m²
U-Value	1.783	0.329 W/m²/K
Unconditioned Space Max Temp.	25.0	33.4 °C
Ambient at Space Max Temp.	33.4	25.0 °C
Unconditioned Space Min Temp.	15.0	4.4 °C
Ambient at Space Min Temp.	3.4	20.0 °C

Figura 3.24 – Dados “Partition” para a Esterilização.

2. As salas Gabinete técnico, Sala de acamados / Área de macas, Sala de espera + antecâmara, Circulação, Gabinete médico 1 (exemplo utilizado), Sala de reuniões polivalente, Enfermaria / Sala de pensos e I.S. Vestiário Mulheres utentes, encontram-se em contato com espaços não climatizados, no entanto teve-se em consideração o facto de estes espaços serem áreas de extração, que recebem ar proveniente das salas para ser extraído. Esta ação faz com que estas salas sejam indiretamente climatizadas, por este motivo não há necessidade de definir o separador “Partitions”;
3. Outra particularidade é o facto de praticamente metade das salas se encontrarem sobre um espaço não climatizado, representado a azul na figura do ANEXO G e as restantes se encontrarem ao nível do solo. Este facto obriga a preencher o separador “Floors” de duas formas distintas. A primeira para salas por cima do espaço não climatizado e a segunda para salas ao nível do solo.
4. Pela imagem é possível verificar que dois dos espaços climatizados têm uma pequena percentagem do pavimento ao nível do solo e o restante por cima de um espaço não climatizado. Visto que a área ao nível do solo é menor em relação à restante considerou-se as salas estarem na totalidade por cima de um espaço não climatizado (Estudo do ANEXO W).
5. Para a cave a temperatura ambiente considerou-se que pode atingir 25°C no verão e 15°C no inverno;
6. Outra particularidade importante é a não necessidade de climatizar o corredor, o ar que sai das salas passa pelo corredor e é extraído pelos espaços não climatizados, ou seja,

a Circulação serve de ligação entre as salas climatizadas e os espaços utilizados para extração. Apesar de na circulação não ser considerado necessário climatizar, pretende-se que esta seja contabilizada no dimensionamento da unidade de tratamento de ar, tendo, para o efeito, sido inserida no programa, sem quaisquer cargas térmicas, apenas com o valor de caudal de ar novo determinado no capítulo 2.

3.1.6. Centrais térmicas no HAP

A introdução das centrais térmicas é um processo muito simples no HAP. Esta ação foi realizada no menu “*Plants*” onde foram criadas duas opções, uma referente ao chiller e outra referente à caldeira.

Em primeiro lugar foi atribuída uma designação e selecionado o tipo de equipamento a usar. Seguidamente, foram inseridos os equipamentos que estas unidades vão alimentar. Os relatórios e dados relativos a estes equipamentos podem ser retirados do HAP recorrendo aos relatórios (ANEXO H).

3.2. Dimensionamento dos Sistemas no HAP

No HAP foram inseridas as Unidades de Tratamento de Ar através do menu “*Systems*”. Na explicação do processo e justificação do mesmo é utilizada a Unidade de Tratamento de Ar de maiores dimensões, sendo explicando no ANEXO P os parâmetros adotados na Unidade de Tratamento de Ar ESP.

A “UTAN GERAL + VE” é uma unidade de tratamento de ar novo (UTAN), composta por dezassete zonas, que vai “alimentar” dezassete salas, cada sala por sua vez disporá de uma unidade terminal (ventiloconvetor (VC), com a exceção das salas 4, 23, 24). Na definição no programa foi necessário atribuir a designação de cada sistema, escolher a classificação do equipamento, o tipo de sistema de ar e o tipo de ventilação para as unidades terminais.

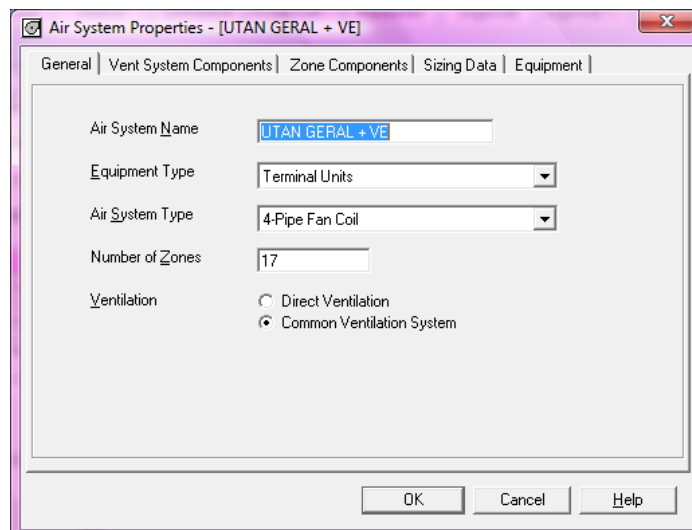


Figura 3.25 – HAP menu “Systems” separador “General”.

Inicialmente define-se o tipo de equipamento que vai ser utilizado. Na Unidade geral selecionou-se a opção “*Terminal Units*”, esta decisão foi tomada com base na necessidade de aquecer ou arrefecer as salas com temperaturas diferentes, isto deve-se ao tipo de utilização que cada sala terá.

Na terceira escolha o programa refere-se ao tipo de condições em que o ar vai ser tratado nas unidades terminais. Neste exemplo escolheu-se a sétima opção “4-Pipe Fan Coil”, refere-se a um sistema a quatro tubos, em que dois são para entrada e retorno de água aquecida e outros dois de entrada e retorno de água arrefecida. Estas opções caracterizam o tipo de unidade terminal que vai climatizar a sala e a sua forma de funcionamento, variando conforme a opção de “*Direct Ventilation*” ou “*Common Ventilation System*”. “*Direct Ventilation*” é utilizado quando o equipamento recebe ar novo diretamente do exterior.

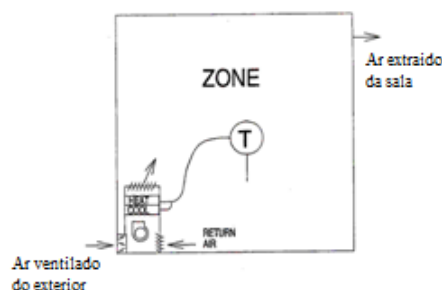


Figura 3.26 – Esquema da unidade terminal (*Direct Ventilation*)

“*Common Ventilation System*” é utilizado quando a unidade terminal recebe ar tratado por uma UTAN.

A opção seguinte define o método utilizado para o dimensionamento da quantidade de ar exterior, esta opção no exemplo utilizado tem duas hipóteses, no entanto, conforme a escolha anterior pode ir até cinco. Na UTAN GERAL apenas aparecem a primeira e quinta opção, sendo para este caso seleccionado o somatório dos caudais de todas as salas.

O HAP permite, entre muitas opções, contabilizar para o dimensionamento da Unidade de Tratamento de Ar a uma poupança energética. Esta ação realiza-se em alguns componentes escolhidos pelo utilizador. Neste exemplo (UTAN GERAL+VE) este processo realiza-se através do sistema “*run-around coils*”, em média esta pode variar entre os 60% a 90%.

A introdução desta informação é feita no item “*Vent Reclaim*”, é seleccionado o tipo de calor a absorver, calor sensível ou sensível e latente, a eficiência térmica do dispositivo e o calendário de funcionamento.

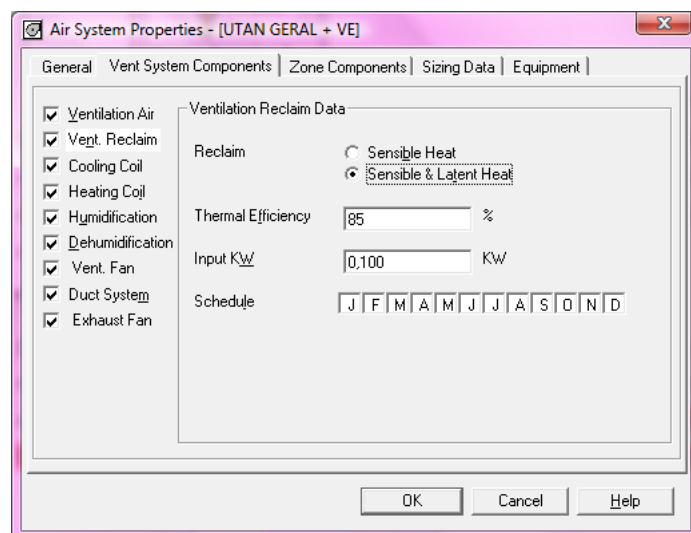


Figura 3.29 – Item “*Vent Reclaim*”.

Foi seleccionado a opção calor sensível e calor latente, para que seja possível aproveitar o máximo de energia. Foi escolhida uma eficiência para o equipamento de 85% e uma potência de 0,1KW (visto este dispositivo não possuir motor, esta potência refere-se à bomba de circulação de ar), estes são valores atribuídos com base na experiência do Orientador e posteriormente confirmados com fabricantes. Além disto foi assumido a necessidade deste processo ao longo de todo o ano.

Nesta fase do processo de definição das Unidades de Tratamento de Ar é ainda necessário inserir informação sobre a serpentina de arrefecimento e de aquecimento, o sistema de desumidificação e de humificação, por fim definiu-se o ventilador de insuflação, e o ventilador de extração. A introdução da informação sobre o aquecimento e arrefecimento é

feita nos itens “Cooling Coil” e “Heating Coil”.

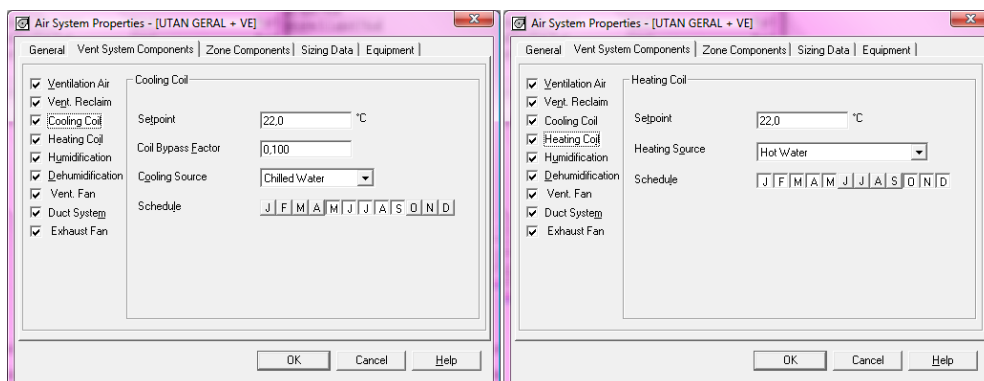


Figura 3.30 – Items “Cooling Coil” e “Heating Coil”.

Na definição da serpentina de arrefecimento escolheu-se um “Set point” para o qual a Unidade inicia o arrefecimento, adotou-se o valor de 22°C que é a temperatura média entre as temperaturas máximas e mínimas de projeto estipuladas pela norma do ACSS [23]. O “Bypass factor” é uma característica construtiva da serpentina, nesta fase é difícil obter um valor porque ainda não se escolheu o equipamento, por este motivo estipulou-se um fator *by-pass* de 10%. A fonte de arrefecimento é feita através de chiller’s. Após estes dados definiu-se o calendário de funcionamento (de Abril a Outubro). Para aquecimento o “Set point” foi também de 22°C, a fonte de aquecimento é água quente e os meses de não utilização são os de Junho, Julho, Agosto e Setembro.

As condições de saída da Unidade de Tratamento de Ar, no que se refere à humidade relativa (HR) são inseridas dados no item “Humidification”. Neste local define-se um “Set point” mínimo para o qual o equipamento de humidificação da Unidade entra em funcionamento, o tipo de humidificador é escolhido entre seis opções. A opção seleccionada foi a “Self-Contained Steam: Electric”. A potência que o humidificador “Input power” é necessário apenas para cálculos energéticos e surge quando a opção escolhida refere-se ao “Self-Contained Steam”, este valor é difícil de obter nesta fase por este motivo, colocou-se um valor comum nestas situações de 0,1 Kw/Kg.

O valor da unidade relativa do meio deve ter em consideração os valores limites de conforto térmico, os 40% e os 60% [24]. A figura 3.31 mostra os valores ótimos tendo em conta o conforto térmico e agentes nocivos para a saúde relacionando-os com a percentagem de humidade.

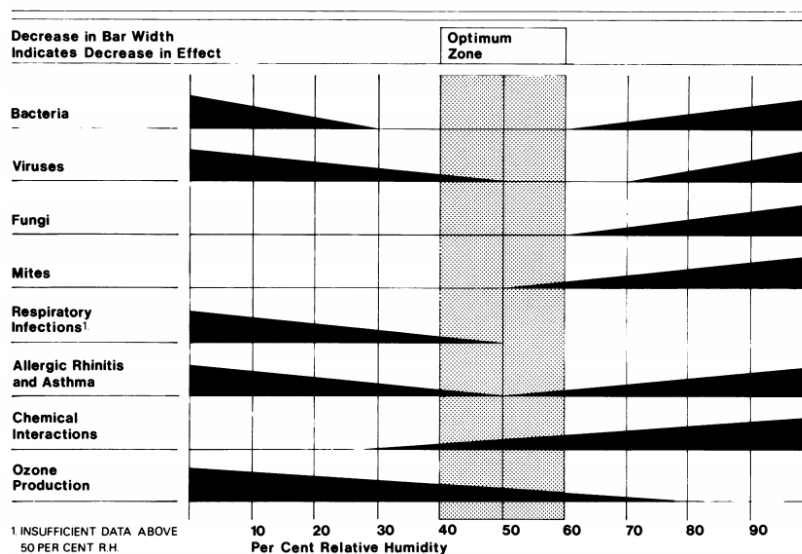


Figura 3.31 – Humidade relativa ótima para minimizar efeitos nocivos à saúde

O valor para o “Set point” máximo é colocado no item de definição da desumidificação (“*Dehumidification*”), nesta escolha teve-se em consideração o comportamento da serpentina de arrefecimento, pois esta tem tendência a desumidificar ao ar devido à condensação. Tendo em conta este facto considerou-se a escolha inicial de 55% de HR, no entanto este valor revelou-se não ser necessário, optou-se então pelo valor de 50% (ver verificação no ANEXO W).

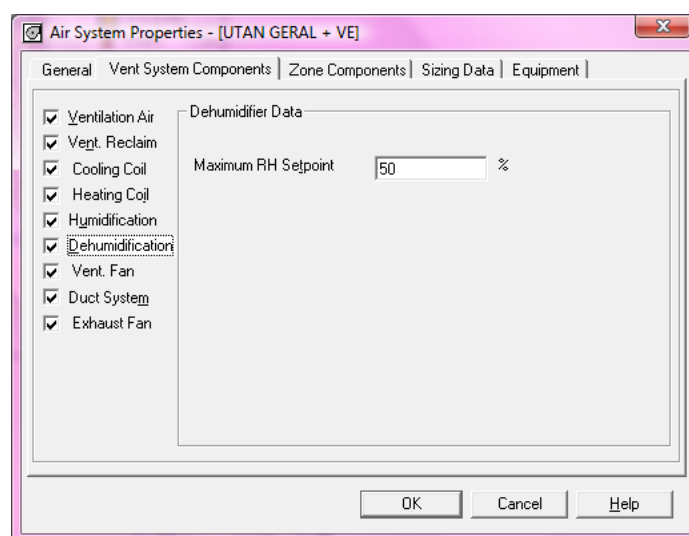


Figura 3.32 – Item “*Dehumidification*”

O ventilador de insuflação é definido no item “*Vent Fan*”, aqui escolhe-se o tipo de ventilador pretendido entre doze opções, estas estão relacionadas com a posição e forma das pás e com o tipo de controlo. Para situações de volume constante (CAV), às quais se aplica este projeto, é

definida a eficiência associada ao ventilador.

A carga total no ventilador é um dado necessário para o cálculo dos ganhos energéticos do equipamento, para a obtenção deste valor deve ser conhecida a constituição da Unidade de Tratamento de Ar, com isto e recorrendo à norma EN13779 secção obtêm-se as perdas de carga ao longo da Unidade (ANEXO X). As características a inserir na definição do ventilador de insuflação são as mesmas inseridas para o ventilador de extração, tendo como principal diferença os valores colocados.

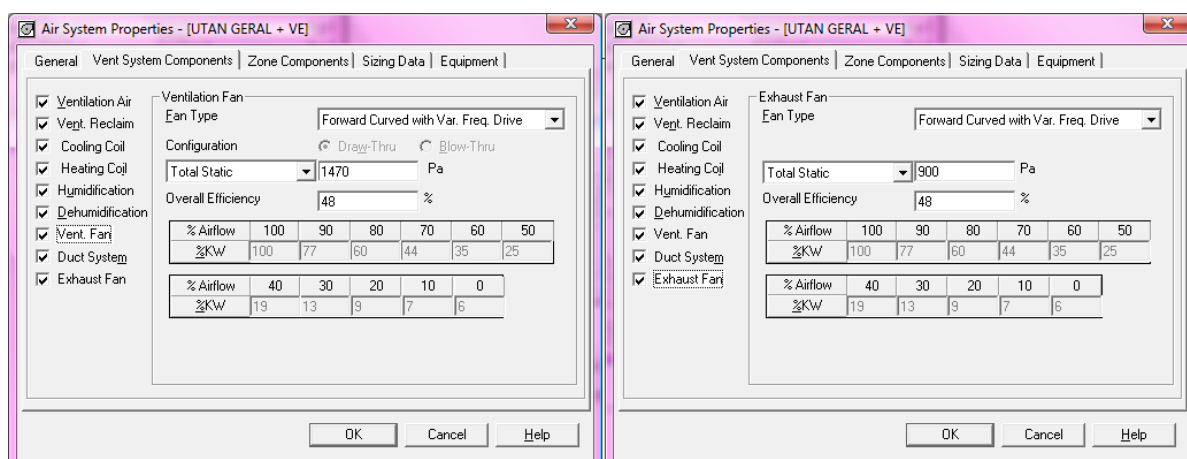


Figura 3.33 – Items “Vent Fan” e “Exhaust Fan”.

Na escolha do tipo de ventilador, seleccionou-se a opção “*Forward Curved with Var.Freq.Drive*” para a insuflação e extração. A definição dos parâmetros para cada zona é feita no separador “*Zone Componentes*”. Este separador contém quatro itens que definem as unidades terminais, parâmetros dos termostatos, aquecimento suplementar e os espaços em cada zona. Considerou-se uma zona por sala, para que se possa definir parâmetros de forma mais precisa, esta ação foi feita no item “*Spaces*”. Neste estão as salas inseridas no menu “*Spaces*” e a atribuição das salas por zonas.

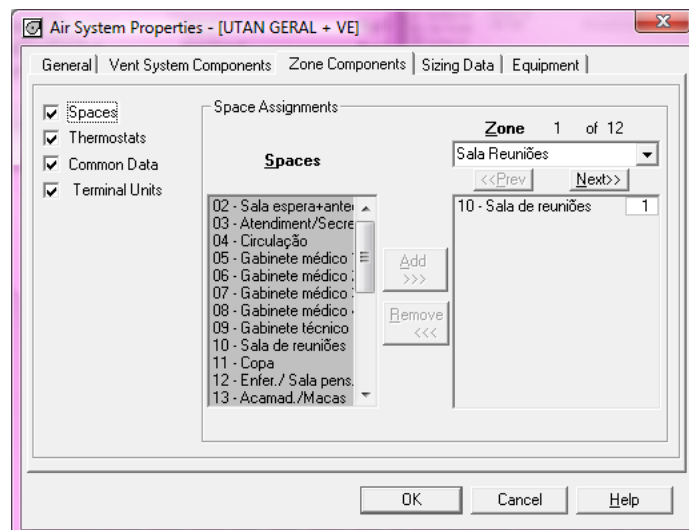


Figura 3.34 – Separador “Zone Components” item “Spaces”.

No item “*Thermostats*” são definidos parâmetros de controlo para o aquecimento e arrefecimento por zona. Os dados aqui inseridos serão iguais para todas as zonas, esta escolha permite um controlo mais preciso em cada sala. Neste item os “*Setpoints*” definem o valor de temperatura para o início do arrefecimento e aquecimento. Estes “*Setpoints*” em conjunto com a amplitude térmica (“*Throttling Range*”) determinam a temperatura para início de arrefecimento e aquecimento.

Outras opções são possíveis neste item, estas permitem transmitir, ao programa, informação sobre salas com um tipo de utilização diferente. Permite também, definir o caudal e potência de extração. O funcionamento da Unidade é definido através de um horário de ocupação e da opção se está disponível em períodos de não ocupação (“*Unoccupied Cooling*”). O horário para estes períodos é definido na opção “*Thermostats Schedule*”.

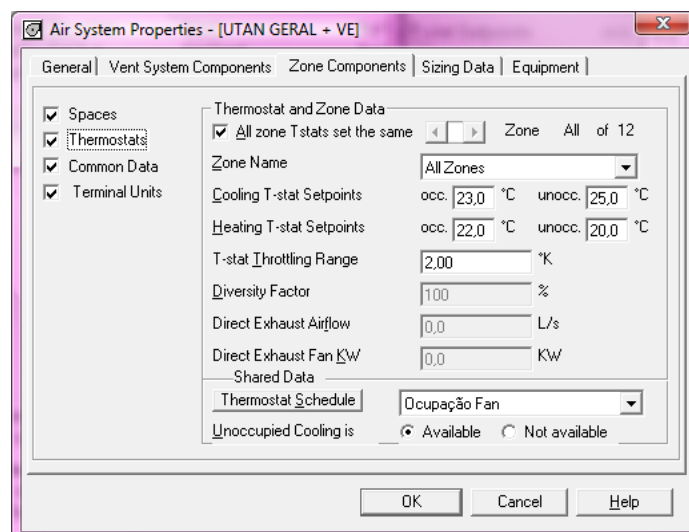


Figura 3.35 –Item “Thermostats”

Os dados inseridos neste item foram iguais para todas as zonas, com uma amplitude de temperatura de 2°C e o “Set point” para arrefecimento e aquecimento de 23°C e de 22°C respetivamente, ou seja no arrefecimento a unidade mantém a temperatura da sala entre os 23°C e os 25°C iniciando-se o caudal mínimo para arrefecimento a partir dos 23°C atingindo o caudal máximo aos 25°C. No caso do aquecimento unidade mantém a temperatura da sala entre os 22°C e os 20°C iniciando-se o caudal mínimo para aquecimento a partir dos 22°C atingindo o caudal máximo aos 20°C.

O horário de utilização foi inserido de forma a estabelecer o período de ocupação entre as 07horas e as 19horas, sendo o restante período de não ocupação. As unidades terminais serão abastecidas pelo sistema central (UTAN GERAL+VE), a definição das condições de abastecimento são inseridas no item “Common Data”. Neste item é definido se a unidade terminal tem serpentina de arrefecimento e de aquecimento, qual a temperatura do ar fornecido nas unidades terminais, o fator de Bypass, qual a fonte de fornecimento e os meses de utilização para o arrefecimento e para o aquecimento.

Os dados relativos às unidades terminais são inseridos no item “Terminal Units”, aqui pode ser definido por zona o tipo de ventilador, o caudal mínimo de projeto, a pressão no interior e a eficiência do ventilador. Os dados de caudal em cada sala podem ser consultados no capítulo 2.3.1, para a eficiência do ventilador estipulou-se 50%. Para as perdas de carga ao longo do VC recorreu-se à norma EN 13779 tabela A.8 (ANEXO X) e considerou-se em cada VC uma serpentina de arrefecimento e aquecimento, uma bomba de insuflação e um filtro G4, obteve-se uma queda de pressão de 240 Pa em cada unidade terminal.

O diferencial de temperatura do chiller é de 5°C (7 a 12°C) e da caldeira é de 5°C (40 a 45°C) e considerou-se fatores de segurança para o arrefecimento sensível, latente e para o aquecimento de 5%. Estes dados são inseridos no separador “*Sizing Data*” no item “*Sistem Sizing*”. Para o cálculo do caudal do Sistema utilizou-se a metodologia do somatório dos picos de caudal de cada sala. Os Parâmetros relativos à Unidade UTAN ESP, a inserir no HAP, encontram-se no ANEXO P.

(Página propositadamente deixada em branco)

4 Seleção de Equipamentos e Dimensionamentos

Neste capítulo é efetuada a seleção e dimensionamento dos equipamentos, redes aéreas e componentes a utilizar. A lista de material pode ser consultada no ANEXO AA

4.1. Seleção dos sistemas

A escolha dos sistemas é muito importante num projeto, esta ação influencia as próximas decisões a tomar e muitas vezes obriga a alterações de decisão anteriormente efetuadas. Na escolha deve-se ter em conta inúmeros fatores, nomeadamente estruturais, de manuseamento, de manutenção, custos, características técnicas, tipo de utilização etc.

Pelas características e requisitos de cada sala dividiu-se o piso térreo por duas áreas, área de utilização geral e área de utilização específica. As áreas de utilização geral são o conjunto de salas com requisitos semelhantes, cuja sua utilização pode ser variada. As áreas de utilização específica são salas com necessidades de requisitos muito específicos a nível de temperatura, humidade, filtragem e utilização.

Cada sala, pela sua utilização e localização terá exigências diferentes das restantes a nível térmico, por forma a garantir o conforto de cada utilizador optou-se pela utilização de VC individuais, com a exceção das salas especiais.

O sistema selecionado é do tipo “Ar - Água”, este sistema climatiza o espaço fornecendo ar, proveniente da Unidade de Tratamento de Ar e água, proveniente da central térmica à Unidade terminal na sala [25].

4.1.1. Seleção das Unidades de Tratamento de Ar

As necessidades e especificações na sala de limpos e esterilização levaram a climatizá-las por uma Unidade de Tratamento de Ar independente, designada por “UTA ESP”, de forma a evitar contaminação e garantir as condições necessárias. Para as restantes salas selecionou-se uma Unidade de Tratamento de Ar comum, designada por “UTAN GERAL+VE”. Os valores a dimensionar foram obtidos recorrendo ao relatório do HAP no ANEXO H.

A “UTAN GERAL+VE” vai tratar salas com temperaturas entre os 20 e os 25°C e uma

humidade relativa de 50%. Este equipamento permite ser colocado no exterior, permite módulo de pré-filtragem, possui filtragem de eficiência F7, a recuperação de calor é feita pelo processo “run-around coils” que consiste numa bobine, com água, que faz ligação entre a extração e a insuflação, não havendo possibilidade de contacto entre caudais de ar. Este equipamento permite um controlo centralizado. Será também colocado um tabuleiro em inox, com sifão, que permite a recolha dos condensados. De forma a monitorizar os filtros, à entrada e saída deste, prevê-se a aplicação de pressostatos diferenciais. Serão, ainda, colocados atenuadores de ruído à saída da Unidade.

Foi seleccionada é da marca “*Carrier*”, modelo 39SQP0806. Esta unidade também executa extração, no entanto não o fará para todas as salas. Estes dados foram obtidos no catálogo da “*Carrier*” no ANEXO J.

A “UTA ESP” é uma UTA 100% ar novo, que vai tratar duas salas com características específicas, nomeadamente a sala “Esterilização” e a sala “Área de Limpos”. Estas salas devem estar a 26°C, a diferença de temperatura não deve ultrapassar os 8°C em frio, considerando-se um valor mínimo de 24 °C e a humidade relativa deve estar entre os 40 e os 50%. Este equipamento permite ser colocado no exterior, um controlo centralizado e pode proporcionar free-cooling. Será também colocado um tabuleiro em inox, com sifão, que permite a recolha dos condensados, monitorizada a pressão de entrada e saída no filtro e colocados atenuadores de ruído. Será adaptado um módulo para um filtro absoluto de alta eficiência (mínimo H12) à entrada para as salas (para além do filtro já existente de fábrica de eficácia F9), um módulo de desumidificação e outro de humidificação na Unidade de Tratamento de Ar.

Foi seleccionado o equipamento da marca “*Carrier*”, modelo 39SQ0402. Estes dados foram obtidos no catálogo da “*Carrier*” no ANEXO J. O Facto de ser uma unidade de design suave e projetada para ser fácil de limpar, proporciona uma boa solução para hospitais e clínicas.

Os componentes que constituem as Unidades de Tratamento de Ar, podem ser vistos no ANEXO X.

De catálogo, estes equipamentos vêm com a serpentina de aquecimento seguida da serpentina de arrefecimento. Este layout não é usual em Portugal, o nosso clima é quente havendo maior necessidade de arrefecimento na entrada da Unidade de Tratamento de Ar em vez de aquecimento. Por este motivo ao adquirir estes equipamentos é necessário solicitar ao fornecedor a recolocação destes componentes.

O filtro de alta eficiência selecionado tem a class H13, é constituído por fibra de vidro e papel, com perfil em alumínio, é utilizado para locais de requisitos elevados. Foi selecionado o modelo da “*Trox*” do tipo DFH [26]. Para cumprir o requisito da ACSS, em que diz que o filtro deve estar o mais próximo possível da zona a insuflar, foi também selecionado um difusor para este filtro, também é da marca “*Trox*” e modelo TFM [27].

Serão, ainda, instalados pressostatos diferenciais, em cada filtro, ligados ao sistema de gestão centralizada. Neste sentido selecionou-se o modelo 930.85222534 da “*Contimetra*”. Estes fazem a monitorização de sobrepressão, subpressão (vácuo) e pressão diferencial de ar e gases não combustíveis e não agressivos, com a possibilidade de ligação a um sistema centralizado de gestão. [28]

No que se refere a isolamento das vibrações provocadas pelo equipamento, optou-se por utilizar isolamento por molas de restrição, estes modelos podem ser consultados no ASHRAE 2011, cap.48.47, onde é aconselhado para caldeiras, chillers, torres de arrefecimento, etc. A desvantagem é a necessidade de este tipo de equipamento ser fixo ao pavimento, algo que pode levar a problemas estruturais. No entanto pelo facto de este edifício ainda estar em construção, pode ser solicitado ao construtor o reforço no pavimento do terraço para fixação dos componentes isoladores. Um equipamento que pode ser utilizado neste sentido é o modelo FLS – 2-2000/4500, da “*Kinetics, Noise Control*”. Pode ainda ser solicitado a colocação de uma grelha de suporte de todos os equipamentos e fixa-la por intermédio de isoladores deste tipo ou mais robustos, esta solução acredita-se ser a mais viável no entanto é importante confirmar com o construtor esta possibilidade.

4.1.2. Seleção das Unidades Terminais

Na seleção destas unidades foram considerados vários fatores, estes estão relacionados com as dimensões destes sistemas, características técnicas, localização disponível para a sua colocação e facilidades de manuseamento. Os dados para a seleção foram fornecidos pelo relatório do HAP, ANEXO H no “*Zone Sizing Data*” do relatório da UTAN GERAL+VE, onde é possível verificar as potências de arrefecimento e aquecimento, bem como os caudais, para cada sala.

Estes equipamentos foram selecionados tendo em conta a velocidade média e a potência sensível de arrefecimento necessária, para o período de maior exigência. A escolha tendo em conta a potência sensível é de grande importância porque apesar de, por vezes, a potência total do equipamento visualizada em catálogo ser suficiente, comparativamente com o valor total

calculado pelo HAP, não significa que a potência sensível o seja.

A colocação dos VC será feita sobre o teto falso, estes receberam ar novo proveniente da Unidade de Tratamento de Ar que se vai misturar com o ar recirculado proveniente da sala, podendo sofrer ajustes térmicos no VC. A designação escolhida para os equipamentos em cada sala e o modelo encontra-se na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Designação dos Ventiloinvetores.

Designações	Nomenclatura	Modelos
UTAN ESP.		39SQ0402
UTAN GERAL+VE		39SQP0806
VC1	Sala Reuniões	42GW300D
VC2	Copa	42GW200D
VC3	Sala espera+antecã	42DWD16
VC4	I.S.Vest.Homens-Utentes	42GW200D
VC5	I.S.Vest.Mulhere-Utentes	42GW200D
VC6	Atendimento/Secretaria	42GW200D
VC8	Gabinete médico 1	42GW200D
VC9	Gabinete médico 2	42GW200D
VC10	Gabinete médico 3	42GW200D
VC11	Gabinete médico 4	42GW200D
VC12	Gabinete técnico	42GW200D
VC13	Enf / Salapens	42GW600D
VC14	Acamados/Macas	42GW200D
VC15	Sala das Câmaras	42DWD09

O modelo mais comum (42GW) faz distribuição do ar em quatro direções e a recirculação é feita no centro do equipamento. Este é do tipo cassete e é comumente observado em escritório e gabinetes.

A sala das câmaras é a divisão com maior dimensão de todo o projeto e consequentemente é aquela que necessita de equipamentos de maior potência. Pela dificuldade em encontrar equipamentos que satisfaça as potências necessárias, optou-se por colocar três VC com um terço da potência calculada para este local. Mesmo dividindo a área em três, a largura da sala tem dimensões consideráveis, podendo trazer problemas de distribuição de ar com o modelo anterior. Para garantir uma melhor distribuição selecionou-se o tipo 42DWD por este permitir acoplação de difusores e três vias de insuflação, garantindo uma melhor distribuição do ar, sendo a recirculação é feita por baixo deste equipamento.

Na seleção dos VC optou-se pela mesma marca que a Unidade de Tratamento de Ar, isto para facilitar a instalação e programação do software de controlo. Nestes sistemas vão ser colocados atenuadores de ruído para que a perturbação seja minimizada. Os catálogos consultados podem ser vistos no ANEXO J.

4.2.Dimensionamento das Centrais Térmicas

O dimensionamento das centrais térmicas foi feito com recurso ao HAP, este vai simular as

necessidades de aquecimento e arrefecimento. Após a criação dos sistemas no programa, gerou-se respetivos relatórios onde se observou as potências necessárias. Na seleção destes equipamentos optou-se pela mesma marca das Unidades de Tratamento de Ar, desta forma garante-se que a comunicação entre as Unidades e a Central térmica seja uniforme. Este aspeto não só promove o correto funcionamento dos sistemas como também ajuda durante o processo de instalação. A classe energética também foi tida em consideração e o facto de ter módulo hidrónico integrado reduz o espaço de instalação.

O equipamento selecionado é um conjunto de chiller mais bomba de calor. Neste conjunto a bomba de calor produz água quente ou água fria, o chiller produz só água fria. No inverno a bomba de calor atua, fornecendo água quente para a rede, de verão os dois equipamentos trabalham em conjunto perfazendo a potência necessária para arrefecimento. São sistemas ar-água o que significa que retiram energia ao ar para tratar a água.

No entanto este tipo de sistemas não é compatível com circuitos a quatro tubos, o que obriga a uma adaptação da rede. No inverno, com a necessidade de água quente atua a bomba de calor, pelo facto das temperaturas serem mais baixas não há necessidade de grandes potências de arrefecimento. No verão com as temperaturas elevadas os dois equipamentos trabalham em conjunto para a produção de água fria, sendo necessário redirecionar o circuito da bomba de calor, agora em funcionando como chiller, para a rede de água fria.

O circuito de redireccionamento é feito com recurso a um conjunto de quatro válvulas que corta o circuito de água quente e abre um *bypass* para o circuito de água fria. Estas válvulas são do tipo borboleta, fechando o circuito de aquecimento e redirecionando o caudal para o circuito de arrefecimento. Não se optou por válvulas de três vias por estas terem um desgaste mais elevado, o que em curto espaço de tempo a sua degradação poderia resultar na mistura dos dois circuitos. A ordem de redirecionar o circuito é dada através de um switch manual para a época de verão (maior necessidade de arrefecimento) e para a época de inverno (maior necessidade de aquecimento). As válvulas selecionadas são, como acima referido, do tipo borboleta, modelo WAFFER DN 40, acionadas por atuadores pneumáticos, selecionou-se os modelos da marca “Contimetra”. A seleção do diâmetro baseou-se nas potências em jogo, ou seja, visto que para a potência total o diâmetro dos tubos é de 80 mm e a potência do equipamento está dividida a metade, considerou-se que o diâmetro para a água fria seria metade do dimensionado para o total.

Os modelos, para as centrais térmicas selecionados foram 30RBS 039-060 chillers ar-água e

30RQS 039-060 Bombas de calor ar-água.

No que se refere a isolamento de vibrações provocadas pelo equipamento, optou-se por utilizar isolamento por molas de restrição (caso não seja possível a opção de grelha para os equipamentos), semelhantes aos utilizados para as Unidades de Tratamento de Ar, descrito na secção 4.1.1. À saída do equipamento prevê-se a utilização de juntas anti vibração para prevenir a passagem de vibração da central térmica para a tubagem.

4.3.Extração

A extração em cada sala foi colocada para que o ar insuflado pelas Unidades passe por toda a sala antes de ser extraído. Outro cuidado tido neste âmbito foi a colocação de pontos de extração em locais com possível geração de vapor, contaminantes, odores, sanitas e urinóis.

Tentou-se evitar “curto-circuitos” entre a extração e insuflação. Tentou-se, também, evitar colocação de extração em zonas de estagnação, zonas com temperaturas diferentes da sala e optou-se pelo uso de mais do que um local de extração em áreas de grandes dimensões [29]. Neste projeto foram selecionadas um conjunto de grelhas, da marca “*Trox*”, modelo VAT (ANEXO Y). Para o dimensionamento destes componentes, teve-se em consideração o software disponibilizado pela *Trox* [30].

4.4.Dimensionamento das Redes

4.4.1. Circuito hidráulico

Compete às Unidades de tratamento de ar tratar o ar proveniente do exterior, este vai passar por um conjunto de processos, por forma a atingir as condições de conforto no local onde vai ser insuflado.

O processo de arrefecimento e aquecimento é realizado nas serpentinas de aquecimento e de arrefecimento do equipamento, estas recebem um fluido frigorigéno quente ou frio que com as trocas de calor entre o ar e o fluido, dentro da serpentina, transferem energia térmica aquecendo ou arrefecendo conforme a necessidade. Para que o processo seja feito da forma mais eficiente é necessário que o circuito esteja equilibrado, bem distribuído e dimensionado. O fluido utilizado no nosso projeto é a água, esta foi escolhida após a consulta das normas em vigor onde é exigido para edifícios hospitalares [23].

4.4.1.1.Necessidade de equilibrar

Uma boa distribuição deste fluido é crucial para um bom desempenho do sistema. Este transporte é feito por um conjunto de tubagens, filtros e válvulas conectadas à bomba de calor e ao chiller que fazem a distribuição por todos os sistemas. O correto dimensionamento da rede obriga a ter em atenção a correta distribuição de caudais, de forma a atingir o equilíbrio hidráulico, deve-se ter em atenção um menor consumo de energético, elevada fiabilidade e facilidades de manutenção.

Na prática o equilíbrio do sistema é dado por um certo número de válvulas equilibradoras que podem ser ajustadas individualmente. Juntamente com o resto do sistema estas estabelecem a resistência de passagem ao caudal exato de modo a garantir uma distribuição correta do fluido conforme os caudais de projeto [31].

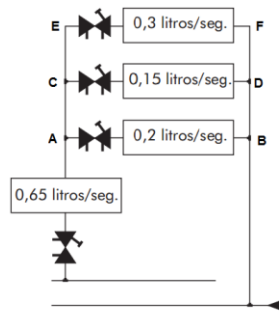


Figura 4.1 – Sub-circuito equilibrado com três unidades terminais

O circuito da figura 4.1 estará em equilíbrio quando as válvulas equilibradoras pré-reguladas de modo a serem mutuamente dependentes conseguirem que os caudais através das unidades terminais e na tubagem de distribuição correspondam aos valores projetados para o sistema. Para isto é feita a medição indireta do caudal na válvula de regulação e ao mesmo tempo na Unidade terminal, de seguida regula-se a válvula do circuito CD para que as medições de AB e CD sejam proporcionalmente iguais à relação entre os seus caudais nominais (“Método proporcional”), o mesmo processo se utiliza para o circuito EF relacionando-o com o circuito CD. Um mau equilíbrio do sistema provocará um excesso de caudal em alguns sistemas e défice de caudal em outros, o que leva a um mau funcionamento do circuito AVAC. [31].

Na seleção das válvulas, os fornecedores fornecem um conjunto de dados técnicos para que seja possível ao projetista ter a noção do tipo de equipamento a instalar. Entre estes dados são fornecidos o coeficiente de passagem (Kv) este define o caudal de água que passa pela válvula, quando o diferencial que passa através desta é de 1 Bar. No circuito hidráulico dimensionado vai utilizar-se válvulas de equilíbrio dinâmico estas são pré-ajustadas para um

determinado caudal e têm a capacidade de alterar o seu coeficiente Kv em função das variações de pressão diferencial que ocorram no circuito de modo a manter o caudal determinado [31].

4.4.1.2.Descrição do circuito

O circuito dimensionado é um sistema a quatro tubos (exemplo fig 4.2), este tipo de sistema permite que haja aquecimento e arrefecimento em simultâneo, ao contrário do sistema a dois tubos que apenas permite aquecimento ou arrefecimento, dependendo das estações do ano.

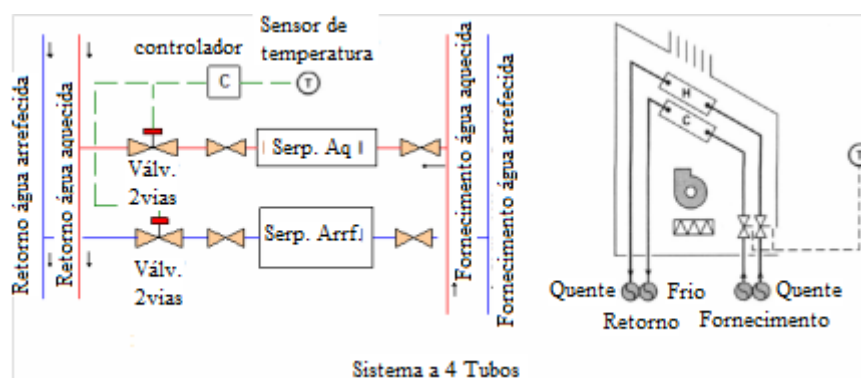


Figura 4.2 – Sistema a quatro tubos

As vantagens neste sistema é o facto de proporcionar de forma precisa temperaturas diferentes em cada sala, a poupança de espaço, a possibilidade de trabalhar em salas de dimensões restritas e são sistemas que possibilitam trabalhar de forma mais eficaz com equipamentos de recuperação de calor. Apesar das vantagens os custos de operação e manutenção inerentes a este sistema [25].

À entrada do conjunto chiller encontra-se um separador de partículas, este faz parte de um sistema de filtragem, constituído por válvulas macho esférico e o separador. Para o caso da bomba de calor, este sistema, é colocado na saída, antes de alimentar o circuito. Na colocação deste equipamento teve-se em consideração, o facto da maior quantidade de bolhas se formar a temperaturas mais altas.

A rede hidráulica dimensionada vai alimentar três ramos. O primeiro ramo é constituído pelas Unidades de Tratamento de Ar (Ramo 1), o segundo (Ramo 2) e o terceiro (Ramo 3) por Unidade terminais.

No Ramo 1, antes de cada Unidade de Tratamento de Ar, encontra-se uma válvula manual de macho esférico, uma válvula de três vias, controlada por um atuador conectado a um sensor térmico, na conduta, à saída da Unidade de Tratamento de Ar. A válvula de 3 vias vai

regulando o caudal que entra nas serpentinas da Unidade de Tratamento de Ar e desviando o caudal em excesso para o retorno. Antes da entrada na Unidade será colocado um filtro e uma junta anti vibração. No retorno será colocado uma junta anti vibração, uma válvula dinâmica de controlo térmico e uma válvula manual.

No Ramo 2 e 3, é representado pelas Unidades terminais. Em todas os sistemas são semelhantes, antes de entrar na Unidade, a água passa por um filtro e por uma válvula manual do tipo macho esférico. No retorno é colocada uma válvula de três vias modulante, uma válvula dinâmica e antes de entrar no circuito de retorno geral passa por uma válvula manual.

Alem destes componentes de controlo, foi tida em consideração a colocação de um medidor de pressão em cada circuito antes da entrada e saída do fluido das Unidades. Outra adaptação feita ao circuito foi a colocação de purgas, antes da entrada e saídas das serpentinas de arrefecimento e de aquecimento, das Unidades.

Recorrendo às válvulas aqui descritas e aos dois medidores de pressão, pode-se realizar testes, não só para a calibração das válvulas, mas também para testes de pressão, testes recorrentes para detetar possíveis anomalias.

Alem dos Ramos, foi projetado um circuito de abastecimento de água proveniente da rede, esta está ligada aos depósitos de inércia. Neste circuito encontram-se manómetros de pressão, para controlar possíveis anomalias e válvulas de mola que são ativadas quando a pressão é demasiado elevada. Neste circuito está previsto a colocação de um sistema de tratamento de águas, o seu objetivo é a introdução de determinados aditivos, de forma a promover o bom funcionamento do sistema. Estes aditivos não podem ser escolhidos só a pensar no circuito hidráulico é importante que estes respeitem as normas ambientais e que tenham em atenção o Regulamento CE nº2037/2000, para que não sejam utilizados aditivos nocivos para a saúde. Prevê-se a introdução de aditivos antiaderentes e anticorrosivos. No entanto, para saber que tipo de aditivos usar é necessário, executar uma análise da água da rede, num laboratório certificado.

No circuito água da rede, antes da entrada nos depósitos de inercia, encontra-se dois vasos de expansão, estes servem para compensar ao aumento de volume no interior do circuito. Por este ser um circuito fechado este fenómeno pode levar a pressões acima das condições normais de funcionamento e provocar danos na rede.

A jusante do depósito de inércia encontra-se a bomba de circulação, antes desta encontra-se uma válvula manual, um filtro e uma junta anti vibração. À saída da bomba colocou-se uma

junta anti vibração e uma válvula de macho esférico. Para que seja possível testar a bomba colocou-se um *bypass* entre o início da bomba de caudal e o fim, com uma válvula à entrada e saída monitorizado por um manómetro de pressão.

As válvulas manuais foram colocadas tendo em consideração uma possível necessidade de ter que fechar o circuito para remoção de sistemas ou componentes. Por esta razão colocou-se à entrada e saída dos sistemas, bombas, dos ramos e do separador de partículas. Foi também considerado um sistema de purga em cada extremidade do circuito, isto pode ser visualizado no ANEXO M.

Prevê-se, também, a colocação de isolamento nas tubagens da rede hidráulica, respeitando as espessuras mínimas apresentadas nas tabelas I.07 a I.09, no ponto 4.1 da portaria nº 349 – B. O material utilizado é da marca “*Armacell*”, game tubolit, modelo DG, pode ser utilizado para tubagens de água fria e água quente [32]. As tubagens expostas às condições exteriores, são revestidas por uma chapa de alumínio

É importante referir que o circuito representado no ANEXO M refere-se ao circuito de fornecimento de água arrefecida, que é enviado às Unidades terminais e Unidades de Tratamento de Ar. O circuito de retorno para a água arrefecida é igual ao circuito representado. No caso do circuito de água aquecida o percurso é o mesmo, variando no caudal transportado e dimensões das tubagens.

4.4.1.3.Dimensionamento da rede hidráulica

No dimensionamento das tubagens teve-se em consideração inúmeros fatores, entre eles as parametrizações e conselhos das normas ASHRAE, o caudal e velocidade em cada secção da rede, os componentes que a constituem, as perdas de carga ao longo da tubagem, o fluido utilizado e os conselhos do Orientador.

No dimensionamento da bomba de circulação deve-se garantir a potência necessária para que toda a malha seja abastecida com o caudal adequado. A velocidade do fluido no interior da tubagem é, por vezes, um dos fatores que contribui para o ruído, mau funcionamento, degradação e custos excessivos no projeto, por esta razão é importante utilizar limites neste campo. Para este trabalho foram utilizadas as sugestões da norma ASHRAE 2009 (Cap.22), estas referem limites com o intuito de precaver ruídos, corrosão/degradação e custos excessivos na instalação e funcionamento.

Uma primeira recomendação neste documento é as velocidades não ultrapassem os 1,2 m/s

para tubagens de diâmetro menor ou igual a 50 mm, este limite é para níveis de controlo de ruído e por questões económicas (ASHRAE 2009, Cap.22.6). Neste âmbito em 1960 a Carrier aconselha um limite superior de 4,57 m/s [33].

No que respeita ao ruído, este pode ser provocado por libertação de ar, turbulência, cavitação (fenómeno que acontece quando parte do fluido, da tubagem, passa do estado líquido para gasoso e depois retorna a líquido. Causando micro explosões das válvulas e em consequência ondas de choque que podem danificar materiais e gerar ruído. Uma explicação do fenómeno, pode ser visto no seguinte endereço http://www.youtube.com/watch?v=ZlrFMmGs_NI) e paragem repentina da circulação da água. Investigadores *Marseille* (1965), *Ball*, *Webster* (1976), e *Rogers* (1953, 1954, 1956) debruçaram-se sobre fenómeno e reportaram que o ruído originado em velocidades compreendidas entre 3,05 e 5,18 m/s, encontrava-se dentro dos limites aceitáveis em edifícios comerciais e residenciais. No entanto referem, também, o aparecimento de sinais de cavitação para tubagens com a área de passagem de 1/8 do comprimento da mesma a 1,52 m/s e em tubagens de área de passagem com 1/4 do seu comprimento a 3,05 m/s. Experiências neste campo mostram que o ruído aumenta conforme a complexidade do circuito, degradação do material e materiais utilizados, tornando-o difícil de prever. Desta forma uma boa solução para evitar o ruído será precavê-lo, retirando todo ar na rede e recorrer a catálogos de componentes a utilizar com referência a este ponto [1] (Cap. 22.5). A corrosão/degradação do material, provocadas por bolhas no circuito, areia, ou outros materiais sólidos no interior, tem maior importância para velocidades superiores a 3,05 m/s. A baixo deste valor a erosão não é significativa para o circuito.

Para a velocidade mínima não foi encontrada referência na norma ASHRAE. Após uma pesquisa foi possível obter informação no Decreto de Lei 23/95, este documento apesar de ser referência para sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, considerou-se importante para esta informação. Este documento refere que as velocidades, para o dimensionamento hidráulico, devem situar-se entre os 0,5 m/s e os 2m/s [34]. Por este motivo neste projeto considerou-se a velocidade mínima de 0,5 m/s e uma velocidade máxima não superior a 1,2 m/s.

O caudal total do circuito é dado pelo somatório dos caudais de todos os sistemas utilizados. Foram seleccionadas duas Unidades de Tratamento de ar e quinze VC, cada tipo destes equipamentos trabalha em regimes de caudal diferentes, os valores necessários em cada um deles foram obtidos pelo cálculo efetuado no programa HAP. Estes valores estão na tabela

4.2.

Tabela 4.2 – Caudais dos sistemas

Designações	Nomenclatura	Caudais de Água	
		Aquecimento	Arrefecimento
		l/s	l/s
UTAN Ester.		0,07	0,17
UTAN GERAL+VE		0,97	2,83
VC1	Sala Reuniões	0,05	0,11
VC2	Copa	0,01	0,05
VC3	Sala espera+antecâ	0,04	0,28
VC4	I.S.Vest.Homens-Utentes	0,01	0,05
VC5	I.S.Vest.Mulhere-Utentes	0,02	0,05
VC6	Atendimento/Secretaria	0,02	0,07
Sem VC	Circulação	0	0
VC8	Gabinete médico 1	0,02	0,06
VC9	Gabinete médico 2	0,03	0,06
VC10	Gabinete médico 3	0,03	0,06
VC11	Gabinete médico 4	0,03	0,06
VC12	Gabinete técnico	0	0,02
Sem VC	Baln. Hom. Func	0	0
Sem VC	Baln. Femin. Func	0	0
VC13	Enf / Salapens	0,09	0,18
VC14	Acamados/Macas	0,01	0,03
VC15	Sala das Câmaras	0,15	0,43
Totais =		1,55	4,51

No cálculo das perdas de carga utilizou-se a folha de cálculo disponibilizada pelo Orientador (ANEXO K), esta calcula as perdas de carga em cada troço e em cada componente utilizado. Os dados inseridos foram o material escolhido (Aço inoxidável) e os dados relativos a cada componente, estes foram retirados dos catálogos dos fornecedores, da documentação da ASHRAE 2001, Cap. 35.2 e da ASHRAE de 2009, Tabela 1, Cap. 22.2.

Numa primeira aproximação, estipulou-se um valor para o diâmetro da tubagem com o valor da perda de carga recorreu-se ao abaco disponibilizado pela norma ASHRAE (ASHRAE Fundamentals 2009, Figura 4 “*Friction Loss for Water in Commercial Steel Pipe (Schedule 40)*”, 22.7) e verificou-se se o ponto obtido preenche os parâmetros definidos.

Na prática, recorrendo à folha de cálculo, obteve-se as perdas de carga em cada troço da tubagem (ANEXO K). Este valor é dado tendo em conta o diâmetro utilizado, o tipo de material, o caudal a que passa no seu interior, a temperatura do fluido e o comprimento da tubagem. Traçou-se a linha da perda de carga do troço 1 – 2 (fig.4.3), para este troço considerou-se o material “Aço inoxidável” e um diâmetro nominal de 50 mm, desde o ponto 1 a 2 o troço tem um comprimento de 11,40 metros e um caudal de 4,51 l/s. A temperatura utilizada é a mais baixa por ser a mais desfavorável (7°C). Com estes parâmetros chegou-se à perda de carga de 260,64 Pa/m. Seguidamente traça-se o caudal que passa na tubagem (1,51 l/s) até a linha interseção a linha da perda de carga, desta interseção resulta um diâmetro. Tal

como falado anteriormente o ponto resultante deve estar compreendido entre os 0,5 e 1,2 m/s, caso não fosse esse o caso e o ponto ultrapassar os 1,2 m/s, seria necessário atribuir novo diâmetro, obter uma nova queda de pressão, para que a interceção entre linhas se encontrasse nas condições desejadas.

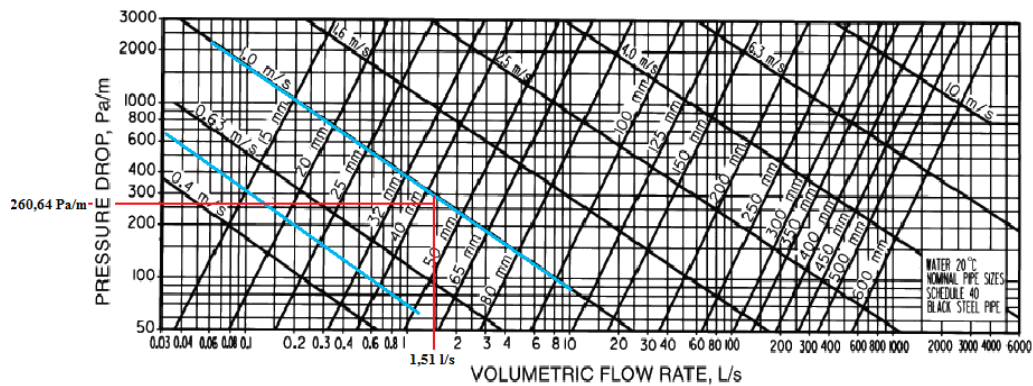


Figura 4.3 – Perdas de pressão para a água em tubagens em aço comerciais (Schedule 40) em unidades S.I.

Este processo foi repetido para cada troço, seguindo o esquema do ANEXO M. Os resultados encontram-se no ANEXO K. O ficheiro disponibilizado pelo Orientador tem como base, para o calculo das perdas de carga em tubagens, a equação de *Hazen-Williams Equation* [1] (Cap.22.1), esta caracteriza as perdas (Δp) em função de:

$$\Delta p = 6,819L \left(\frac{V}{C}\right)^{1,852} \left(\frac{1}{D}\right)^{1,167} (\rho g)$$

V – Velocidade da água (m/s)

C – Coeficiente de rugosidade (ASHRAE Fundamentals, Cap. 22)

D – Diâmetro interior da tubagem (m)

ρ – Massa específica da água (Kg/m³)

g – Aceleração da gravidade (m/s²)

No entanto as perdas de carga ao longo do circuito não são apenas provocadas pelas tubagens, estas perdas são também provocadas pelos componentes (válvulas, pontos de ramificação, locais de derivação, etc). No caso das válvulas a perda de carga pode ser calculada por:

$$K_{vs} = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}}$$

Q – Caudal da água (m³/h)

Δp – Perda de carga na válvula (bar)

K_{vs} – Coeficiente de passagem da válvula

O valor obtido, para perda de carga, no troço 1 – 2 (Dados: $Q = 5,436 \text{ m}^3/\text{h}$ ($1,51 \text{ l/s}$) e $K_{vs} = 40$ [35]) foi de 1,85 KPa, no entanto pela consulta das normas ASHRAE de 2009 (Tabela 1, cap 22.2) o valor para estas condições desta válvula é 7. Por este último caso ser o mais desfavorável considerou-se este valor para o dimensionamento.

4.4.1.4.Dimensionamento das bombas de circulação

A bomba de circulação é o componente que vai garantir que todos os sistemas recebam a água termicamente tratada, para isto ser possível a bomba deve vencer todas as perdas de carga do circuito. No dimensionamento teve-se em consideração as perdas de carga do circuito mais desfavorável (que vai desde o ponto 2' até ao ponto 14 no VC6) e o caudal total do circuito. Para dar alguma margem de segurança neste dimensionamento, atribuiu-se um coeficiente de segurança de 20%. As perdas de carga e o caudal máximo podem ser consultados no ANEXO K. Com estes dois valores verifica-se nas curvas características das bombas hidráulicas, qual se adapta às condições necessárias.

Os equipamentos escolhidos foram dimensionados para a sua velocidade média, desta forma é possível regular a bomba em caso de necessidade. Para o circuito de água aquecida, com uma queda de pressão de 103,65kPa e um caudal de 1,55 l/s selecionou-se o modelo BPH 120/280.50 M, SINGLE FLANGED de 230 V, da marca “DAB” (pág. 51 do catálogo). Para o circuito de água arrefecida, com uma queda de pressão de 103,74kPa e um caudal de 4,51 l/s selecionou-se o modelo DPH 150/280.50 T, TWIN FLANGED de 400 V, da marca “DAB” (pág. 53 do catálogo). Estas podem ser consultadas no ANEXO V.

4.4.1.5.Dimensionamento depósito inercia

O depósito de inercia, é um reservatório que conserva potência térmica gerada pela central térmica, esta ação contribui para uma poupança significativa porque reduz o tempo de funcionamento da Central térmica. Além disto garante uma melhor resposta às necessidades do circuito.

Este equipamento garante a “separação” hidráulica sem problemas de sentidos de fluxos de caudal. Esta “separação” permite manter uma temperatura regular e controlar arranque e paragem do sistema. O tamanho do depósito determina o tempo de paragem e arranque da Central térmica [36]. O correto dimensionamento deste equipamento leva a uma poupança energética considerável. O dimensionamento do depósito de inércia foi feito com base em

métodos diferentes, estes foram obtidas por consulta web [37]. Pela consulta obteve-se a seguinte equação:

$$V = \frac{\left(\frac{Em \times PM}{100} - Pm\right) \times t}{\frac{60}{dT * 1,16}} * 1000 - Vi$$

Em que,

PM - Potência máxima da unidade [kW];

Pm - Potência mínima da instalação [kW];

Em - Escalões mínimo de funcionamento [%] (seguiu-se o utilizado no documento);

dT - Diferencial de temperatura entre escalões de funcionamento[° C];

t - Tempo entre arranques dos compressores [minuto];

Vi - Volume de água da instalação [litros];

Outros métodos foram dados pelos fabricantes como por exemplo o descrito na edição da “*Newsletter Flow Thinking*” da GRUNDFOS, em que propõe um método com recurso a caudais:

$$V = \frac{\left(\frac{Ppmin * 0,86}{dT}\right) - \left(\frac{Psmmin * 0,86}{dT}\right)}{\frac{60}{t}}$$

Em que,

Ppmin – Potência circuito primário mínimo do chiller [kW];

Psmmin – Potência circuito secundário mínimo no chiller [kW];

PC – Percentagem Caudal [%].

A documentação disponibilizada pela “*HITOP*”, onde refere que o volume mínimo para estes equipamentos deve ter em consideração não só o volume mínimo da instalação, mas também o volume no interior dos equipamentos de climatização. São também consideradas limitações como a inércia térmica de sensores, que devido às perdas abruptas podem ter disfunções na leitura e a necessidade do compressor se manter desligado pelo menos cinco minutos depois de ser desligado por um sensor térmico. Nesta última limitação deve-se ter em conta a percentagem de potência que se perde num compressor, “n” em %. O estudo destas duas limitações levou a serem desenvolvidos dois critérios de dimensionamento, estes são:

Critério 1:
$$V = \frac{K \times Q}{90} - Vi$$

Critério 2:
$$V = K \times \frac{Q}{2400 \times N} \times n - Vi$$

Em que,

K – é igual a 1 por o fluido ser água;

Q – Potência de arrefecimento total do chiller [Kcal/h];

N – Numero de compressores;

n – Percentagem de potência de arrefecimento extraída do circuito.

Na execução dos cálculos, para o dimensionamento do depósito de inércia, com recurso às equações acima mencionadas e considerando um tempo de arranque de 7 min, obteve-se os seguintes valores:

Tabela 4.3 – Dimensionamento de depósito de inércia

Circuito água fria							
Doc Web koelho2000		GRUNDFOS		HITOP			
				Critério 1		Critério 2	
Tempo de arranque (min)	7,00	Percentagem do caudal	0,10	Pmax Chiller (kcal/h)	112295,79	Pmax Chiller (kcal/h)	112295,79
Pmax Chiller (kW)	130,60	Pmax Chiller peq.(kW)	63,90	Numero de compressores	2,00	Numero de compressores	2,00
Pmin inst. (kW)	90,80	Pmax Chiller (kW)	130,60	Vinst. (litros)	22,84	Percentagem arrefecimento (%)	50,00
Escalão funcionamento (%)	25,00	Tempo de arranque (min)	7,00	Tempo de arranque (min)	7,00	Vinst. (litros)	22,84
Dif. Temp. (°C)	5,00	Dif. Temp. (°C)	5,00			Tempo de arranque (min)	7,00
Vinst. (litros)	27,13	Qch peq (m³/h)	10,99				
		Qch tot (m³/h)	22,46				
		Qch min tot (m³/h)	2,25				
		Volume depósito (m³)=	1,02				
Volume depósito (litros)=	-1196,81	Volume depósito (litros)=	1020,19	Volume depósito (litros)=	1224,89	Volume depósito (litros)=	1146,91
Circuito água quente							
Doc Web koelho2000		GRUNDFOS		HITOP			
				Critério 1		Critério 2	
Tempo de arranque (min)	7,00	Percentagem do caudal	0,10	Pmax Caldeira (kcal/h)	27601,03	Pmax Caldeira (kcal/h)	27601,03
Pmax Caldeira (kW)	69,10	Pmax Caldeira (kW)	69,10	Numero de compressores	2,00	Numero de compressores	2,00
Pmin inst. (kW)	32,10	Pmax Caldeira proj. (kW)	32,10	Vinst. (litros)	22,84	Percentagem aquecimento (%)	50,00
Escalão funcionamento (%)	25,00	Tempo de arranque (min)	5,00	Tempo de arranque (min)	7,00	Vinst. (litros)	22,84
Dif. Temp. (°C)	5,00	Dif. Temp. (°C)	5,00			Tempo de arranque (min)	7,00
Vinst. (litros)	12,41	Qch peq (m³/h)	11,89				
		Qch tot (m³/h)	5,52				
		Qch min tot (m³/h)	0,55				
		Volume depósito (m³)=	1,32				
Volume depósito (litros)=	-310,62	Volume depósito (litros)=	944,42	Volume depósito (litros)=	283,84	Volume depósito (litros)=	264,67

No dimensionamento do depósito para o circuito de água quente, não se considerou o método dado pela “GRUNDFOS” por este ser utilizado apenas para o chiller. Os valores selecionados foram os de maior volume. Na pesquisa ao mercado selecionou-se modelos da “Sandometal”, modelo selecionado foi o Inox AISI 316L, com capacidade de 1250 litros e com capacidade de 400 litros, com uma pressão de serviço até 5 bar. A colocação deste equipamento será próximo do chiller e bomba de calor no terraço, com isolamento térmico, solicitado à parte do depósito, proteção catódica (proteção contra a corrosão) e com ligações flangeanas, as dimensões podem ser consultadas no ANEXO R [38].

4.4.1.6.Vaso de expansão

O vaso de expansão é um componente muito importante de todo o circuito, no que se refere à segurança. Tal como descrito na secção 4.4.1.2, este expande quando há aumento de volume no circuito, evitando possíveis danos materiais e até humanos. Este também serve para manter a pressão do circuito acima da pressão atmosférica.

Para o seu dimensionamento utilizou-se o método do catálogo da “*Caleffi*” ANEXO V, que através de alguns dados permite obter o volume e a pressão para o dimensionamento deste componente.

O volume de cálculo obtido para este vaso foi de 106,3 Litros e seleccionou-se a série 556105 com capacidade para 105 Litros, pré-carga de 1,5bar, temperatura máxima de serviço de 99°C, em aço da “*Caleffi*”. [39]. Para o circuito de água aquecida seleccionou-se a série 556050 com capacidade para 50 Litros.

Estes componentes serão colocados no circuito de abastecimento de água da rede antes da entrada nos depósitos de inércia. Para evitar que o fluxo de água chegue ao local de abastecimento de água da rede colocou-se uma válvula de retenção, modelo SYC 155 de diâmetro 20, em cada circuito, logo a seguir ao vaso de expansão.

4.4.1.7.Componentes hidráulicos

No que diz respeito ao circuito hidráulico foram usados os seguintes componentes:

Válvulas de macho esférico, com a principal função de servir de corte do circuito. São válvulas manuais da “*Contimetra*”, série BVH22 e série BVH23 para os circuitos com diâmetro de tubagem superior a 50mm.

Válvulas dinâmicas, são utilizadas nas Unidades de Tratamento de Ar e nas unidades terminais, no circuito de retorno. Nas Unidades terminais utilizou-se o modelo da série OPTIMA *Compact* DN15, é um conjunto misto de controlo (tudo/nada) e de equilíbrio dinâmico de caudal. Este equipamento é um conjunto de duas válvulas, uma de controlo tudo / nada e a outra de equilíbrio dinâmico, vai ser colocada para as tubagens de diâmetro nominal de 15 mm, na entrada das Unidades Terminais. Para as Unidades de Tratamento de Ar foram utilizadas válvulas da série OPTIMA, no entanto para este caso não se trata de um conjunto tudo/nada mais dinâmico (é apenas dinâmica)

Sensor térmico para condutas, este sensor vai fazer a leitura da temperatura á saída da Unidade de Tratamento de Ar e transmite “informação” à válvula modulante de 3 vias. O

modelo deste equipamento é o A99LY-200C da marca “*JOHNSON CONTROLS*”, comercializado pela “*Contimetra*”.

Válvulas de três vias, fazem a regulação do caudal que entra na Unidade e do caudal de retorno. Estas são controladas por atuadores que movimentam a abertura e fecho destas válvulas. Os modelos selecionados são o modelo H7. N para diâmetros superiores a 50mm e o modelo R30 para diâmetros inferiores a 50mm. Os seus atuadores são apresentados em catálogo.

Filtros, como a própria designação indica têm como função filtrar a água e retirar impurezas. Os modelos selecionados, são o VF510 (para diâmetros de tubagem superiores a 50mm) e o modelo SYC 205 (para diâmetros de tubagem inferiores a 50mm).

Juntas anti vibração, em todo o circuito há sistemas que pela sua função têm maiores vibrações associadas (fenómeno que pode trazer graves problemas estruturais e de segurança), exemplos destes são a Central térmica e as Unidades de Tratamento de Ar. Para dissipar estas vibrações e reduzir a sua passagem para o circuito utilizou-se juntas anti vibração. Os modelos selecionados foram o modelo VSMB0080 para diâmetros superiores a 50mm e o modelo VSMU0050 para diâmetros inferiores a 50mm.

Os manómetros e os termómetros, têm como função a medição do sistema no que diz respeito à pressão e temperatura. Nesta escolha selecionou-se o manómetro anti vibração DN63 modelo MGS10, para locais sujeitos a vibrações e o modelo MS1 para as Unidades Terminais, para os termómetros selecionou-se um modelo bimetálico em inox modelo TB7.

Purgas, estes componentes são colocados antes da entrada, nas serpentinas, em cada Unidade para retirar o ar que possa existir no circuito. Foram selecionadas purgas automáticas modelo RX970B03.

Separador de ar e partículas, modelo 546082 da “*Caleffi*” [40]. O separador de partículas tem como principal função servir de depósito de partículas e retentor de bolhas de ar. As partículas depositam-se no fundo do depósito e as bolhas de ar concentram-se na parte superior. Nas extremidades do separador encontram-se duas válvulas que depois de abertas manualmente, permitem a saída das partículas e do ar para o exterior.

Sistema de tratamento de água, serve para tratar a água da rede antes de entrar no circuito. Para este sistema sugere-se a escolha de um modelo “*Oxiperm*” das “*Grundfos*” que utilizam para o tratamento de água o Dióxido de Cloro. Nesta fase apenas se sugere por se considerar ser necessário uma análise da água a utilizar antes do investimento.

Todos estes componentes podem ser consultados no ANEXO V.

4.4.2. Circuito Aeráulico

O circuito aeráulico representa uma rede de condutas de transporte de ar que transporta o ar até as unidades terminais em cada sala e extrai o ar das mesmas. Um mau dimensionamento deste pode resultar num comportamento deficiente das unidades abastecidas, levar ao desconforto, diminuição da produtividade e ainda efeitos prejudiciais para a saúde. Neste âmbito o isolamento térmico e acústico (atenuadores) são fatores importantes para a diminuição de perdas energéticas e a não geração de ruídos [1], cap. 21.

O nível de ruído e o fornecimento de ar deficiente pode ser prevenido pela utilização de acoplamentos anti vibração e velocidades de caudal adequadas. Para os parâmetros de velocidade a nível acústico, teve-se em consideração tabela 8 do cap. 48.14 [22], para condutas localizadas entre espaços ocupados (*“Duct located within occupied space”*) e para nível RC de 35 dB, esta informação limita a velocidade nas condutas para um valor máximo de 13,2 m/s. Para o limite inferior estipulou-se velocidades de insuflação de 2,5 m/s, esta é a velocidade mínima verificada no gráfico de perdas de carga da figura 9 do cap. 21.8 [1] (fig.4.4 deste relatório). Também se teve em consideração a tabela 7 do manual da *Carrier*, Cap. 2, página 43, esta refere velocidades máximas para hospitais, no que se trata de níveis de ruído, 7,5 m/s na insuflação e 6,5 m/s no retorno nas condutas principais, 6 m/s na insuflação e 5 m/s na extração nas ramificações.

Pelo circuito projetado ser simples, para o dimensionamento das condutas de insuflação utilizou-se o método da redução das velocidades e recorreu-se ao gráfico de perdas de carga (fig.4.4) disponibilizado pelo ASHRAE. As velocidades limite adotadas foram de 13,2 m/s para limite máximo, aconselhada no ASHRAE e de 2,5 m/s para o limite mínimo. Para a velocidade mínima, também, foi considerado o referido no *“Air Diffusion Dynamics: Theory, Design and Application”* de *Birmingham, Mich*, na tabela 5.7 da página 220, onde aconselha para espaços ocupados e insuflação perto de lugares de repouso a velocidades de insuflação entre 2 e 3 m/s. No método utilizado, são traçadas as linhas limite de velocidade, de seguida traça-se o caudal na conduta e obtêm-se o diâmetro, dentro do sombreado aconselhado pelo ASHRAE, figura 4.4.

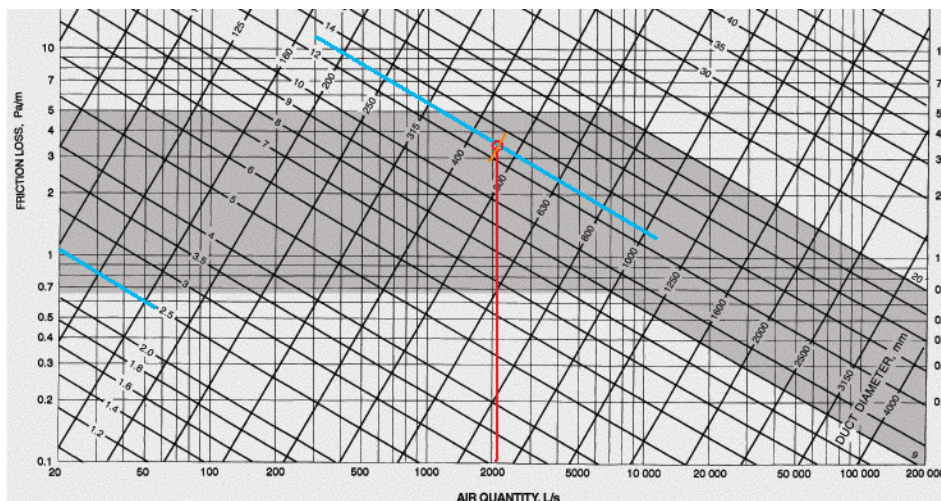


Figura 4.4 – Dimensionamento condutas

O ponto obtido representa o diâmetro da conduta circular a colocar no local. No entanto é importante ter em atenção que caso este diâmetro vá ser utilizado no interior do edifício, o teto falso tem apenas 300mm e neste exemplo a conduta tem cerca de 450mm. Numa situação deste tipo recorre-se à consulta da tabela 2 disponibilizada pela ASHRAE, no cap. 21.10, onde se obtêm as medidas correspondentes para uma conduta retangular. As dimensões obtidas para cada troço encontram-se no ANEXO Q.

Pelo método utilizado não ser o mais rigoroso na determinação das perdas de carga é necessário a instalação de registos de caudal constante de adaptação manual em cada ramificação das salas, de forma a compensar as possíveis perdas de carga, não previstas, que possam ocorrer.

Para o dimensionamento das condutas de extração utilizou-se o método aconselhado pelo Manual da *Carrier*, método da perda de carga constante [33] e velocidade final acima de 4 m/s como especificado no ACSS. Neste método considerou-se a perda de carga constante de 2 Pa/m. Neste circuito foram colocados registos de caudal antes dos locais de extração (ANEXO N).

As insuflações serão feitas diretamente nas salas em locais que onde seja possível o fluxo de ar percorrer toda sala, afastados o mais possível de locais de extração, por forma a evitar “curto-circuitos”. Os VC não recebem ar novo, fazem apenas recirculação do ar da sala. A posição das condutas podem ser vistas nos desenhos do ANEXO N.

No que se refere a isolamento, foi projetado o uso de isolamento elastomérico para climatização da “*Armaduct*” (ANEXO V). Este produto favorece o isolamento térmico e

acústico, é aplicado de forma fácil independente das dimensões e forma da conduta, com uma atenuação que pode ir até aos 28dB(A), uma outra característica importante é o facto de não necessitar de muito espaço para aplicação, facilitando a instalação. [41].

4.4.3. Dimensionamento do ventilador de extração

Foi dimensionado um circuito independente de extração para as áreas de sujos, neste sentido foram consideradas as salas “Área de sujos”, “Área do serviço de limpeza”, “Armazém”, “Área do bastidor”, “Copa” e “I.S. Utentes com mobilidade condicionada”.

A colocação do ventilador de extração deve ser no ponto oposto à insuflação, sempre que possível e não deve estar próximo de portas ou janelas. Considerou-se também o facto de, em Portugal, o vento vir da direção Norte. Tendo isto em conta optou-se por colocar a extração das zonas sujas no terraço a Sudoeste do edifício, pro cima da circulação.

Para o dimensionamento do ventilador é necessário ter em consideração a maior perda de carga que este deve vencer, tendo em conta o método de dimensionamento para as condutas de extração utilizado, concluiu-se que a maior perda de carga deve ser 2 Pa/m. O comprimento da maior conduta deste circuito é de 42 metros, com estes dados chegou-se ao valor de 1050 Pa para a perda de carga na conduta mais desfavorável.

Com estes dados selecionou-se um ventilador centrífugo do tipo IN-LINE da marca “EFAFLU”, modelo RI 800 x 500 F3 (ANEXO V), com veluta em chapa de aço, com turbina de alta eficiência, permite a variação de velocidade e não necessita de manutenção. [42].

4.5. Difusores

Cumprir os requisitos estipulados por documentações técnicas, no que se refere a ar novo não é garantia de que os ocupantes recebam o ar necessário, uma correta distribuição e diluição deste é quase tão importante como cumprir os requisitos estipulados.

Os métodos de difusão são vários e baseiam-se na mistura do ar insuflado com o ar ambiente do local. Existem quatro métodos classificados pela ASHRAE, sistema misturado, termicamente estratificado, parcialmente misturado e sistema condicionado localizado. Cada um destes refere-se ao ar e na capacidade de se misturar quando é insuflado. A figura 4.5 mostra resumidamente a evolução desde a insuflação completamente estratificada até à completamente misturada.

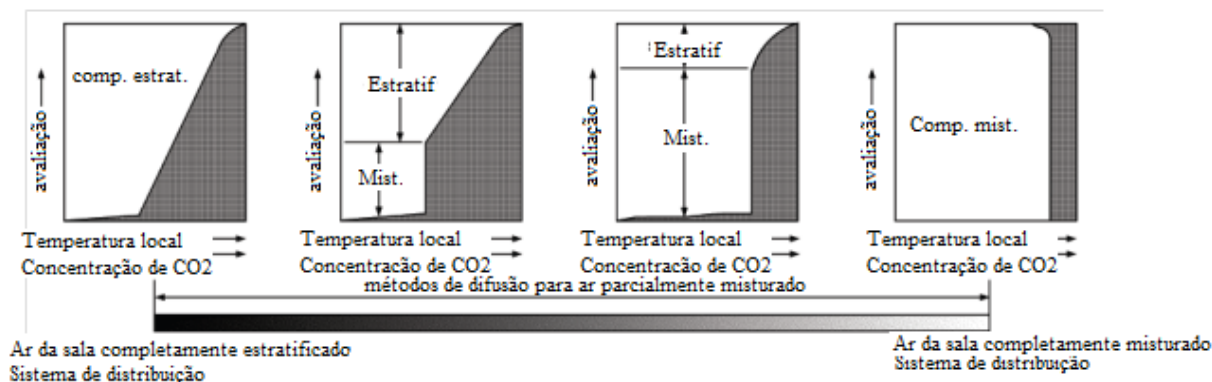
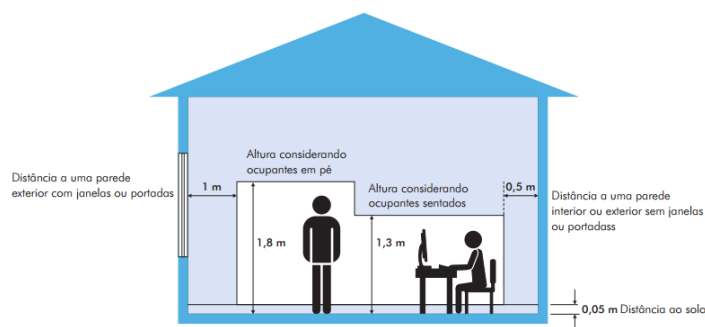


Figura 4.5 – Métodos de difusão

Não se pode dizer que um método está mais correto que o outro, tudo depende da forma como se quer insuflar o ar, até porque não basta querer que o ar insuflado tenha um determinado comportamento. A forma como este entra na sala e se distribui depende essencialmente do balanço entre o ar da sala e as cargas térmicas no seu interior. O conforto térmico no interior de uma sala está diretamente ligado com a forma como o ar é insuflado, pois é este que tem as características que proporcionam o conforto.

Apesar de ser difícil prever o comportamento, pode-se obter uma aproximação e chegar a um dimensionamento para o conforto. O *ASHRAE Handbook Fundamentals* propõe três métodos de seleção de difusores, seleção pelo controlo de ruído, seleção pela capacidade de “lançamento” do ar insuflado, a razão entre T_{50} / L e o Índice de performance do difusor. Estes métodos permitem prever a velocidade de entrada do ar na sala, este parâmetro é aconselhado ser inferior a 0,25 m/s pelo ASHRAE, por ser a velocidade para maximizar o conforto no interior da sala [22]. Outras normas podem ser consultadas como a EN 13779 e a EN 15251, estas referem a zona ocupada a climatizar em cada sala e recomendam velocidades médias de entrada do ar de 0,2 m/s (fig.4.6).



É apenas na zona ocupada que devem ser garantidos os valores regulamentares de conforto, nomeadamente a velocidade do ar residual máxima de 0,2 m/s.

Figura 4.6 – Zona ocupada a ser climatizada com velocidades de até 0,2m/s

Apesar dos métodos disponíveis para o dimensionamento, as próprias marcas disponibilizam tabelas, programas e gráficos para esta seleção. Neste dimensionamento recorreu-se ao programa “*TROX Easy Product Finder*”, neste pode-se obter quais as velocidades de entrada de ar em cada sala. Com o recurso a esta ferramenta dimensionou-se as grelhas de forma a não ultrapassar a velocidade média de 0,2 m/s, velocidade média junto às paredes inferior ou igual a 0,8 m/s e os 30 dB(A) aconselhado na norma EN 15251 para hospitais. A Lista de difusores e grelhas pode ser consultada no ANEXO Y.

O local da insuflação é outro fator que influencia o seu comportamento, no aquecimento o ar insuflado a partir da parede tem um melhor comportamento do que quando é insuflado a partir do teto. No entanto o ar proveniente do teto é mais eficaz para o arrefecimento. Neste projeto, pelo facto de Portugal ser um país com clima maioritariamente quente, optou-se por as insuflações foram dimensionadas a partir do teto.

Nas salas 22, 23 e 24 o caudal de extração é superior às infiltrações das portas, isto pode provocar algum desconforto e geração de ruído, tornando-se necessário corrigir o problema. Para isso há duas soluções, uma é aumentar os espaçamentos da porta e outra é colocar uma grelha nestas portas para passagem de ar. Optou-se por colocar uma grelha da série AR da “*Trox*”, com as dimensões 525 X 125 mm (para a sala 22) e 725 X 525 mm (nas restantes).

4.6. Controlo dos sistemas

Para que os ocupantes obtenham dos sistemas as condições necessárias para se obter conforto é necessário um conjunto de controladores que permitam regular os sistemas e circuitos para as necessidades do momento. Esta regulação é efetuada pelo sistema de controlo. Este recorre a um conjunto de componentes que conectados a cada sistema regulam o caudal de água termicamente tratada, de forma a influenciar a temperatura das salas. Considerou-se sistemas de controlo para as Unidades de Tratamento de Ar, para os VC, para as condutas que levam o ar da UTAN ao VC e para o circuito hidráulico de arrefecimento e aquecimento.

4.6.1. Unidades de Tratamento de Ar

As UTAN's têm um conjunto de válvulas que vão regular o caudal de água que entra e sai em cada serpentina de arrefecimento e aquecimento. O controlo desta Unidade funciona com recurso às válvulas descritas na secção 4.4.1.2. No arrefecimento a válvula modulante recebe sinal entre 0 e 10 V, em que 10 V representa o valor de 22 °C, fecho total da passagem de água para a serpentina e 0 V representa o valor de 25 °C. O valor é medido com recurso a um

sensor térmico na conduta (ANEXO V). No caso do aquecimento a parametrização é semelhante, visto que a temperatura de saída na estação de aquecimento é também de 22 °C, com a exceção da parametrização para os 10V, este representa o valor de 20°C e 0V para valores de temperatura de 22°C. Da mesma forma o processo repete-se para a UTAN ESP.

Ambas as Unidades têm um humidificador e um desumidificador, controlados por um sensor à entrada do ar extraído das salas. Este emite um sinal para os controladores destes sistemas em que aciona a humificação ou desumidificador.

Foi também considerado e inserido sensores de controlo de diferencial de pressão para cada filtro da Unidade, modelo 930 85222534 no ANEXO V. Este faz a leitura das pressões de entrada e saída nos filtros. Os sensores de controlo serão colocados nos registos de caudal, nas bombas de insuflação e na bomba de circulação do sistema de recuperação de calor.

4.6.2. Ventilconvectores (VC)

Os circuitos hidráulicos para os VC são semelhantes aos das UTAN's. O controlo de caudal que entra na serpentina de arrefecimento é regulado conforme os inputs do utilizador, ou seja, conforme as necessidades do utilizador, este determina a temperatura desejada através do controlador definido pelo catálogo da “Carrier” (Controlo NTC por comando). Este controlador faz uma leitura do valor desejado e da temperatura da sala, regulando a abertura e fecho da válvula modulante conforme a temperatura que a sala vai atingindo. Esta válvula recebe sinal entre 0 e 10 V, em que 10 V representa o valor máximo de caudal de água disponível para esta unidade e 0 V representa o valor mínimo (0 l/s).

4.6.3. Circuito do chiller mais a bomba de calor

O controlo do funcionamento do chiller mais bomba de calor é feito recorrendo a sensores e válvulas. Os sensores transmitem ao equipamento a necessidade de aquecer ou arrefecer e as válvulas redirecionam o caudal.

Os sensores serão colocados ao centro do depósito de inercia e um em cada entrada e saída da água no chiller e na bomba de calor, os sensores do depósito estão ligados ao módulo hidrónico do equipamento, tanto no caso do chiller como da bomba de calor, fazendo-o circular. Os sensores de entrada e saída acionam o equipamento em caso de necessidade de aquecer ou arrefecer. Termina o processo quando os sensores detetarem as temperaturas de trabalho da central.

Os sensores, para o caso de arrefecimento, estarão parametrizados para uma temperatura de

12°C. Quando a temperatura atinge o valor de 12°C é acionado o modo hidráulico que faz circular o fluido, o sensor de entrada, lê a temperatura e caso seja diferente de 7°C acionam o chiller, até o sensor do depósito ler os 7 °C. Após atingir esta temperatura o circuito termina o funcionamento. Para a bomba de calor os sensores são parametrizados para as temperaturas 40 °C, no caso do depósito e de 45 °C para a bomba de calor.

A recirculação é feita com recurso a um switch manual para época de verão e de inverno. Ao ativar o switch os sensores da bomba de calor são desativados, sendo a leitura dos parâmetros efetuada pelos sensores do chiller.

(Página propositadamente deixada em branco)

5 Discussão dos Resultados e Conclusão

Este relatório foi dividido em cinco capítulos, sendo abordadas várias temáticas. No capítulo 1 é efetuada uma contextualização do trabalho, apresentados os objetivos, uma pequena abordagem à temática de conforto e um enquadramento legal do tema. O capítulo 2 caracteriza-se o edifício em termos estruturais e legais, terminando na apresentação de alguns cálculos e resultados obtidos. No capítulo 3 é explicado o trabalho efetuado com a ferramenta HAP e justificados alguns resultados. Os dimensionamentos de sistemas e redes são descritos no capítulo 4, juntamente com a seleção de sistemas e componentes a utilizar.

Por fim o capítulo 5 é dedicado à discussão de resultados, das metodologias adotadas, bem como das dificuldades encontradas e alguns aspetos de âmbito geral. Neste é feita uma apreciação crítica do trabalho, apresentados trabalhos para o futuro e uma conclusão.

Ao longo deste projeto foram sentidas inúmeras dificuldades, que foram ultrapassadas com maior ou menor dificuldade, no entanto estas contribuíram de forma positiva para uma melhor compreensão da matéria abordada, não só através das pesquisas efetuadas, mas também nas matérias ministradas noutras disciplinas.

Uma das dificuldades sentidas relaciona-se com a regulamentação aplicável. Encontram-se, nesta área, inúmeras pesquisas bibliográficas, trabalhos académicos, regulamentação, instruções técnicas e informação diversa em web sites. Mas nem toda esta informação é aplicável, por estar correta, não estar em vigor ou até poder ser contraditória. Se a pesquisa não for feita de uma forma objetiva e criteriosa, é fácil o leitor se perder-se.

O facto da legislação nacional ter sido alterada na transição de 2013 para 2014, obrigou à dedicação de algum tempo na pesquisa das alterações ocorridas. Além disso, alguma da legislação abordada não teve grande impacto nos resultados finais.

A nível de projeto, numa fase inicial ponderou-se a utilização de três Unidades de Tratamento de Ar com base nas soluções da instrução técnica da ACSS. Esta refere em quase todas as soluções a utilização de filtragem mínima F7 mas na solução quinze refere filtragem EU7 conforme descrito na Secção 2.3.1. Durante este procedimento e do estudo realizado chegou-se à conclusão a filtragem F7 é igual à filtragem EU7, isto levou a que parte do projeto tivesse

que regressar algumas etapas para correção.

Durante a execução deste projeto foram tomadas algumas escolhas, no que diz respeito a metodologias a adotar que por vezes estas não eram as mais exatas. Um exemplo disto foi o método utilizado para o dimensionamento das condutas de insuflação e extração, os métodos da redução das velocidades e da perda de carga constante não são muito precisos na determinação da perda de carga e da recuperação estática. Estes fatores podem levar, em circuitos mais complexos, a erros de dimensionamento. Outro ponto menos positivo destas metodologias é o dimensionamento com recurso a gráficos, marcar pontos de interseção manualmente torna os resultados imprecisos. No entanto dado que o circuito proposto é simples, os métodos estarem devidamente documentados, existirem soluções para compensar a falta de precisão e não haver nenhum impeditivo para o seu uso, estes foram os seguidos.

No que diz respeito ao dimensionamento das condutas a metodologia mais precisa nesta área é o método da recuperação estática (*“Static Regain”*), este é muito preciso no cálculo da estática o que leva a valores mais criteriosos. Mas pela possibilidade de escolha de um método mais simples e muito menos moroso não se optou pelo uso deste método.

A climatização de áreas sem especificações definidas como é o caso da sala “Copa”, foi ponderada de forma cuidadosa pela sua localização está exposta a uma parede em contato com o exterior, possuindo um vão envidraçado. Estes dois fatores foram importantes na decisão de climatizar, pois fazem deste espaço um local com perdas térmicas consideráveis.

Introduzir ar novo nos balneários foi feito com o intuito de equilibrar os caudais do edifício. O ponto de insuflação, nestas salas, foi colocado na extremidade da sala e a extração no centro. Esta decisão não foi por acaso, deve-se ao facto de a sala ter uma separação central e de se encontrar em subpressão faz com que receba ar proveniente da circulação. Se a extração fosse na extremidade, o caudal que passaria na porta da separação seria elevado e poderia provocar ruído.

A poupança energética é um fator importante em qualquer projeto, nesta área poderia ter sido utilizado um controlo de CO₂ em divisões que se utilizem em situações pontuais. Isto foi ponderado e chegou a fazer parte do projeto. No entanto não fazia sentido ter um custo considerável em sensores e sistemas de controlo nesta opção e não ter cuidados nas perdas de calor em tubagens e condutas, por exemplo. Outro fator que levou a não se ter escolhido esta opção está explicado no ANEXO W.

No circuito hidráulico foi dado ao responsável pela manutenção do edifício a passagem do

circuito para verão e inverno, esta opção não é a mais dinâmica mas traz vantagens a nível de custos. Além disto simplificou o processo, tornando mais fácil a instalação e montagem dos sistemas e componentes.

No futuro, no âmbito deste edifício, podem ser desenvolvidos novos projetos, como por exemplo a utilização de painéis fotovoltaicos para aquecimento de águas e a classificação energética do edifício. O estudo de quais os métodos mais adequados para o dimensionamento de condutas, tendo em conta a complexidade do circuito e um estudo mais aprofundado sobre difusão e métodos de dimensionamento, também se considera importante.

Todo o projeto foi dimensionado com o cuidado de justificar todos os cálculos, valores e decisões. Estes basearam-se em normas, instruções técnicas, informação diversa disponibilizada por marcas sólidas neste mercado, manuais e principalmente no plano elaborado pelo Orientador.

Foram obtidos valores para os caudais de ar novo a insuflar, em cada sala, recorrendo a três documentos fundamentais, Instruções técnicas da ACSS, novo regulamento nacional para a climatização SCE 2013 - Portaria n.º 353-A/2013 e a norma EN13779. A extração foi determinada pelas necessidades impostas em cada sala, dependendo se elas se encontram em subpressão, sobrepressão ou em equilíbrio. Também se detetou nesta fase a existência da necessidade de algumas portas terem de ser dotadas de uma grelha de modo a facilitar as passagens de ar.

Com os caudais obtidos dimensionaram-se os sistemas no HAP e de modo a se determinar as potências necessárias para cada equipamento. A partir destes valores selecionaram-se os equipamentos pretendidos recorrendo à consulta de catálogos técnicos disponibilizados pelos fornecedores.

Nesta fase entra o dimensionamento de condutas e tubagens, partindo dos valores calculados, de alguns valores de catálogo, do tipo de componentes inseridos e com o apoio dos esquemas feitos na planta do edifício, chegou-se ao diâmetro das condutas e tubagens. Teve-se em atenção o espaço disponível para cada conduta, sendo necessário em alguns casos a alteração de perfil da conduta.

Após a determinação das dimensões de condutas e dos caudais selecionaram-se os restantes componentes, isto é, válvulas, depósitos, sensores, controladores, tipos de tubagem e condutas, entra outros.

Com a conclusão deste projeto acredita-se ser possível melhorá-lo, através de adoção de metodologias mais precisas e rigorosas, mais cuidados na poupança energética e seleção de equipamentos mais económicos.

Bibliografia

- [1] ASHRAE, *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, 2009.
- [2] ISO 7730.
- [3] Instituto Superior Técnico, “CONFORTO TÉRMICO,” Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2000.
- [4] Perguntas e Respostas SCE, “ADENE,” 12 Março 2009. [Online]. Available: http://www2.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/PerguntasRespostas/Documents/PR_SCE_Verso_12_Mar_2009.pdf. [Acedido em ADENE].
- [5] Decreto-Lei n.º 78/2006 SCE, *Decreto-Lei n.º 78/2006 SCE*, MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO, 2006.
- [6] RSECE Decreto-Lei nº 79/2006, “Ministério das obras públicas, transportes e comunicações,” 04 Abril 2006. [Online]. Available: <http://dre.pt/pdf1s/2006/04/067A00/24162468.pdf>.
- [7] Perguntas e Respostas RSECE, “ADENE,” 20 Maio 2011. [Online]. Available: http://www2.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/PerguntasRespostas/Documents/PR_RSECE_QAI_Versao_20_Maio2011.pdf. [Acedido em ADENE].
- [8] RSECE Decreto-Lei n.º 79/2006, “REGULAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS,” 4 Abril 2006. [Online]. Available: <http://www.dre.pt/pdf1s/2006/04/067A00/24162468.pdf>.
- [9] Perguntas e Respostas RCCTE, “Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril,” 2011. [Online]. Available: http://www2.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/PerguntasRespostas/Documents/PR_RCCTE_20.pdf.
- [10] EA - Engenharia e Arquitetura, “Ar exterior e a qualidade do ar interno,” [Online]. Available: <http://www.engenhariaearquitectura.com.br/noticias/impresao/Default.aspx?noticia=611>.
- [11] EN 13053 - Ventilation for buildings, “Ventilation for buildings - Air handling units - Ratings and performance for units, components and sections,” 01 Outubro 2001. [Online]. Available: <http://www.sistem-klima.com.tr/pdf/standards/prEN13053.pdf>.
- [12] Certificado Eurovent, “Eurovent Certification for Air Handling Units - Five Energy Efficiency classes to make the right choice,” [Online]. Available: http://www.eurovent-certification.com/fic_bdd/en/1256613295_flyer_AHU_EN_Feb_09.pdf.
- [13] EN 1822, “The new series of BS EN1822:2010 standards,” 31 12 2010. [Online]. Available: <http://www.tripleair-technology.com/downloads/The-new-series-of-BS-EN-1822.pdf>.
- [14] EN779, “www.camfil.co,” 2012. [Online]. Available: <http://www.camfil.com/ps/Gas-turbine->

filter-technology/Specifications-and-Regulations/EN-779/.

- [15] EN 1886, Ventilation for buildings. Air handling units. Mechanical performance, 2007.
- [16] Edifícios-ITE50, Santos, Carlos A. Pina dos, Matias Luís, Lisboa: ICT informação técnica, 2006.
- [17] Engenharia, Universidade do Minho – Escola de, “CAPÍTULO 3 – TÉRMICA DOS EDIFÍCIOS,” 2013.
- [18] Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013, “Diário da República, 2.ª série — N.º 234,” 2013.
- [19] EN ISO 10077-1, *Características térmicas de Janelas, portas e percianas*, 2000.
- [20] EN ISO 10077-2, *Desempenha termico de janelas, portas e percianas*, 2003.
- [21] Portaria nº 353-A, 2013.
- [22] ASHRAE, “ASHRAE-Hand Book Fundamentals CHAPTER 48. NOISE AND VIBRATION CONTROL,” 2011. [Online]. Available: <http://asp-hvac.com/wp-content/uploads/2011/10/ASHRAE-HANDBOOK-Sound-and-Vibration-Control.pdf>. [Acedido em 16 09 2014].
- [23] ACSS - Especificações Técnicas para instalações AVAC, *Especificações Técnicas para instalações AVAC*, UNOIE/acss, 2010.
- [24] A. Arundel, E. Sterling, J. Biggin e a. Sterling, *Indirect health effects of relative humidity in indoor environments*, 1986.
- [25] ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics, Atlanta, GA 30329, 2003.
- [26] Trox - Particulate filter cells, “www.trox.de,” 01 Janeiro 2014. [Online]. Available: http://www.trox.de/en/downloads/c40f1c0290dfa10b/9669cbfe53c8bb4d5e36a2e00f44017d/tl_k7_8_2_01_dfh_de_en.pdf?type=product_info. [Acedido em 22 Agosto 2014].
- [27] Trox - Particulate filter modules for ceilings, “www.trox.de,” 01 Janeiro 2014. [Online]. Available: http://www.trox.de/en/downloads/2d34937aeadc09f6/eba6f8fdb9291e20a1c44e85969c06a4/tl_k7_3_3_01_tfm_de_en.pdf?type=product_info. [Acedido em 29 Agosto 2014].
- [28] Contimetra - Pressostato, “www.contimetra.com,” 01 Janeiro 2014. [Online]. Available: http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/fichas/beck/ficha_beck_01_a4.pdf. [Acedido em 30 Agosto 2014].
- [29] R. Nevins, *Air Diffusion Dynamics: Theory, Design and Application.*, Birmingham, 1976.
- [30] Contimetra - Grelhas, “www.contimetra.com,” Janeiro 2014. [Online]. Available: http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/fichas/trox/grelhas/001_grelhas_selecao_trox.pdf. [Acedido em Setembro 2014].
- [31] Contimetra, *Caderno Técnico - Componentes para equilibrio hidráulico em sistemas AVAC*, 2012.
- [32] armacell, “www.sanitop.pt,” 2014. [Online]. Available: <http://www.sanitop.pt/cache/bin/XPQ7G5QXX71013RoYm8o4o5KZKU.pdf>. [Acedido em 18 Setembro 2014].
- [33] Carrier, *Manual de aire acondicionado* (, Baecelona: Marcornbo Boixareu Editores, 1980.
- [34] “http://www.dre.pt/,” 23 08 1995. [Online]. Available: <http://www.dre.pt/cgi/dr1s.exe?t=dr&cap=1-1200&doc=19952889%20&v02=&v01=2&v03=1900-01-01&v04=3000-12-21&v05=&v06=&v07=&v08=&v09=&v10=&v11=Decreto&v12=23/95&v13=&v14=&v15=&sort=0>

- &submit=Pesquisar. [Acedido em 25 08 2014].
- [35] Caderno técnico - Contimetra, "<http://www.contimetra.com/>," [Online]. Available: http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/controloavac/controloavaccaderno.pdf.
- [36] GRUNDFOS, "Combinacra udaicso nstantees v ariáve," *Newsletter Flow Thinking*, 2013.
- [37] "www.koelho2000.com," 01 Janeiro 2000. [Online]. Available: http://www.koelho2000.com/index_ficheiros/Downloads/Calculo/Calculo%20-%20Depositos%20de%20Inercia.pdf. [Acedido em 15 Agosto 2014].
- [38] Catálogo Sandometal, "Sandometal," 2013.
- [39] Caleffi, Vasos expansão, "www.caleffi.com," [Online]. Available: http://www.caleffi.com/sites/default/files/file/01079_pt.pdf.
- [40] Caleffi, "<http://www.caleffi.com/>," 01 Janeiro 2000. [Online]. Available: http://www.caleffi.com/sites/default/files/file/01123_10en.pdf. [Acedido em 14 Agosto 2014].
- [41] Armaduct, "www.faclima.pt," 01 Janeiro 2014. [Online]. Available: http://www.faclima.pt/xms/files/Produtos/8_Isolamentos/1_isolamento_termico/Ventilacao/8-1-1.2.5_Armaduct_Faclima.pdf. [Acedido em 17 Setembro 2014].
- [42] EFAFLU, "www.efaflu.pt," 01 Janeiro 2014. [Online]. Available: http://www.efaflu.pt/files/Ficha_RI.pdf. [Acedido em 23 Setembro 2014].
- [43] Catálogo CLIMAPLUS PROTECT, "SAINT - GOBAIN," [Online]. Available: http://www.saint-gobain-glass.com/FO/pg/pdf/SGG%20CLIMAPLUS%AE%20SAFE_%20SGG%20CLIMAPLUS%AE%20PROTECT.pdf.
- [44] Catálogo STADIP SILENCE, "Catálogo STADIP SILENCE," [Online]. Available: http://techitt.com/LogosCatalogos/ssg_vidro_laminado_stadip_silence_2009.pdf?random=297329373.
- [45] *Menu HELP do HAP*.
- [46] ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, *ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007*, 2007.
- [47] Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, "Assessment of Energy Savings Potencial from the Use of Demend Controlled Ventilation in General Office Spaces in California," Berkeley Lab, California, 2010.
- [48] R. E. C. d. A. Wandenolk, *Refrigeracao E Condicionamento de Ar*, stados Unidos: Hemus Livraria, 2004.
- [49] CEN EN - 13779, *EN - 13779 : 2007*, 2007.
- [50] CEN EN - 15251, *EN 15251 : 2007*, 2007.
- [51] CEN prEN13053, *prEN 13053 : 2003*, 2003.
- [52] CEN prEN 15193, *prEN 15193 : 2006*, 2006.
- [53] Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, *INMG - Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica*, 1981.
- [54] S. K. Wang, "Handbook of Air Conditioning and Refrigeration," McGraw-Hill, 2000.
- [55] Contimetra e Sistimetra, "VÁLVULAS DE BORBOLETA, RETENÇÃO e MACHO ESFÉRICO," [Online].

- Available:
http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_industria/interapp/catalogointerapp.pdf.
- [56] Contimrtra e Sistimetra filtros, “<http://www.contimetra.com/>,” Fevereiro 2004. [Online]. Available:
http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_industria/aguas/capitulo_5/5_7_inter.pdf.
- [57] Contimetra Válvulas três vias, “www.contimetra.com,” Julho 2012. [Online]. Available:
http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/controloavac/cap_3/controlo_8.pdf.
- [58] Contimetra, Ficha técnica termómetro, “www.contimetra.com,” [Online]. Available:
http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_industria/nuovafima/cap_6/nfima6_03_04.pdf.
- [59] Contimetra, Ficha técnica sonda temperatura, “www.contimetra.com,” [Online]. Available:
http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_industria/instrumentacao/cap4/d14_folha_01_mcc.pdf.
- [60] Contimetra, Ficha técnica Manómetro, “www.contimetra.com,” [Online]. Available:
http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/fichas/nuovafima/ficha_nuovafima_01.pdf.
- [61] Portaria nº 349 - D, “Sistema de Certificação Energética de Edifícios,” 2013.
- [62] R. N. C. S. o. t. A. Gregory C. Tocci, “www.architettura.unina2.it,” Setembro 2000. [Online]. Available: <http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/277/documenti/tocci.pdf>. [Acedido em 17 09 2014].
- [63] ACSS - Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar, *Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar*, Administração Central do Sistema de Saúde, 2011.
- [64] Portaria nº 349 - B, “Sistema de Certificação Energética dos Edifícios,” 20013.
- [65] DAB, PUMP PERFORMANCE, “www.solinderg.com,” [Online]. Available:
http://www.solinderg.com/Dab/WET_ROTOR_CIRCULATORS_AND_IN-LINE_PUMPS.pdf. [Acedido em 21 Setembro 2014].
- [66] HITOP, “www.hitop.com,” 01 Janeiro 1997. [Online]. Available:
<http://www.hitop.com/boletines/inercia.pdf>. [Acedido em 15 Agosto 2014].
- [67] A. WATT, “<http://www.arwatt.pt/>,” 01 Janeiro 2000. [Online]. Available:
<http://www.arwatt.pt/historia-do-ar-condicionado>. [Acedido em 20 Janeiro 2014].
- [68] Contimetra difusor, “www.troxchina.com,” 01 Janeiro 2014. [Online]. Available:
http://www.troxchina.com/xpool/download/en/technical_documents/diffusers/leaflets/t_2_2_1_airnamic.pdf. [Acedido em 01 Setembro 2014].

ANEXOS

ANEXO A Quantis Empíricas máximas e mínimas Lisboa / Portela

Máximas

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFISICCA																		
DIVISAO DE CLIMATOLOGIA																		
TEMPERATURA MAXIMA DIARIA DO AR (GRAU C)																		
VALORES DE: QUANTIS EMPIRICOS,MEDIA,DESVIO PADRAO E EXTREMOS																		
LISBOA/PORTELA (536)																		
LAT: 38 47N;LONG: 09 08W;ALT: 103M																		
PERIODO:1970-1985																		
QUAN.(Z)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANU	INV	PRI	VER	OUT	
* 1.0 *	7.9	9.1	11.1	12.9	14.6	18.0	20.5	22.0	19.4	15.5	11.2	8.3	10.2	8.6	12.0	18.6	13.0	*
* 2.5 *	9.5	10.1	12.0	13.8	15.2	18.4	21.6	22.4	20.4	16.6	12.7	9.5	11.6	9.6	12.8	19.4	14.0	*
* 5.0 *	10.4	11.5	12.4	14.4	16.0	18.8	22.4	23.1	20.8	17.4	13.8	10.4	12.6	10.6	13.6	20.4	15.0	*
* 10.0 *	11.5	12.5	13.4	15.0	16.8	19.7	23.0	24.0	22.2	18.5	14.4	11.5	13.8	11.6	14.5	21.8	16.4	*
* 20.0 *	12.4	13.5	14.4	16.0	17.5	21.0	24.2	24.8	23.4	19.6	15.8	12.8	15.2	13.0	15.5	23.4	18.0	*
* 25.0 *	13.0	14.0	14.6	16.2	18.0	21.6	24.6	25.1	23.8	20.0	16.0	13.2	15.8	13.2	16.0	24.0	18.6	*
* 30.0 *	13.2	14.2	15.0	16.6	18.3	22.0	25.0	25.6	24.2	20.4	16.4	13.4	16.4	13.6	16.4	24.4	19.4	*
* 40.0 *	13.8	14.8	15.5	17.2	19.0	23.0	25.8	26.6	25.0	21.0	17.0	14.2	17.7	14.2	17.2	25.4	20.6	*
* 50.0 *	14.4	15.4	16.2	18.0	20.0	24.0	26.8	27.4	26.0	21.6	17.6	14.8	19.6	14.8	18.0	26.2	21.8	*
* 60.0 *	14.8	15.7	17.0	19.3	21.0	25.2	27.8	28.4	27.4	22.4	18.4	15.4	21.8	15.4	19.0	27.4	23.2	*
* 70.0 *	15.4	16.2	17.7	20.4	22.4	26.4	29.0	29.8	28.7	23.6	19.0	16.0	23.8	15.8	20.2	28.6	24.4	*
* 75.0 *	15.6	16.5	18.3	21.4	22.9	27.2	30.0	30.2	29.6	24.1	19.4	16.2	24.8	16.0	21.0	29.5	25.4	*
* 80.0 *	16.0	16.8	19.0	22.0	24.2	28.5	31.0	30.8	30.4	25.0	20.0	16.5	26.0	16.4	21.7	30.3	26.4	*
* 90.0 *	16.6	18.0	20.8	23.4	26.6	31.0	33.5	32.9	32.9	26.6	21.7	17.4	29.0	17.2	24.0	32.6	29.2	*
* 95.0 *	17.0	19.2	22.4	25.1	28.5	33.2	35.2	34.4	34.2	28.2	23.4	18.0	31.4	18.0	26.0	34.2	31.6	*
* 97.5 *	17.5	20.6	23.4	26.7	31.1	34.3	36.0	35.9	34.9	28.8	24.3	18.7	33.4	19.0	27.8	35.8	33.3	*
* 99.0 *	18.6	22.0	24.9	28.2	34.1	37.2	37.0	37.5	36.3	32.3	27.0	19.5	35.2	20.4	30.5	37.0	34.6	*
* N.OBS	461	395	465	449	434	420	434	420	434	420	434	420	5200	1290	1348	1288	1274	*
* N.FAL	35	57	31	31	62	60	62	60	62	60	62	60	644	154	124	184	182	*
* MEDIA	14.1	15.2	16.7	18.8	20.4	24.8	27.5	27.9	26.7	22.2	17.9	14.6	20.6	14.6	18.7	26.8	22.3	*
* D.PAD	2.10	2.30	2.88	3.40	4.03	4.36	3.87	3.47	3.96	3.30	2.84	2.33	5.94	2.28	3.86	4.15	4.94	*
*MENDR V.	5.4	8.7	9.9	11.8	13.6	16.0	19.8	21.5	18.5	14.0	10.3	7.0	5.4	5.4	9.9	16.0	10.3	*
* DIA/MES	3	13	8	12	8	4	2	24	22	27	30	15	3/ 1	3/ 1	8/ 3	4/ 6	30/11	*
* AND	1971	1983	1971	1976	1970	1971	1983	1971	1972	1979	1982	1975	1971	1971	1971	1971	1982	*
*MAIOR V.	19.6	22.8	25.4	29.2	35.6	43.0	40.0	39.0	38.0	33.4	28.0	20.8	43.0	22.8	35.6	43.0	38.0	*
* DIA/MES	21	26	18	17	21	14	14	24	12	3	3	1	14/ 6	26/ 2	21/ 5	14/ 6	12/ 9	*
* AND	1981	1971	1983	1970	1974	1981	1981	1978	1978	1970	1970	1981	1981	1971	1974	1981	1978	*

Mínimas

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFISICCA																		
DIVISAO DE CLIMATOLOGIA																		
TEMPERATURA MINIMA DIARIA DO AR (GRAU C)																		
VALORES DE: QUANTIS EMPIRICOS,MEDIA,DESVIO PADRAO E EXTREMOS																		
LISBOA/PORTELA (536)																		
LAT: 38 47N;LONG: 09 08W;ALT: 103M																		
PERIODO:1970-1995																		
QUAN.(Z)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANU	INV	PRI	VER	OUT	
* 1.0 *	4	5	3.5	5.0	6.7	10.0	12.9	13.3	10.2	7.5	3.0	1.0	2.2	6	4.4	11.0	4.8	*
* 2.5 *	1.0	2.0	4.3	5.8	7.2	10.7	13.4	13.8	11.8	8.6	4.6	1.5	3.4	1.4	5.0	11.6	5.8	*
* 5.0 *	2.0	3.2	4.8	6.6	8.1	11.0	13.9	14.0	12.6	9.2	5.2	2.4	4.6	2.6	5.6	12.2	7.0	*
* 10.0 *	3.2	4.6	5.3	7.4	9.0	11.8	14.2	14.8	13.4	10.0	6.2	3.3	6.0	3.6	6.6	13.2	8.6	*
* 20.0 *	4.5	5.6	6.2	8.1	9.8	12.6	15.0	15.4	14.2	11.0	7.6	4.6	7.6	4.8	7.6	14.0	10.2	*
* 25.0 *	4.8	5.2	6.8	8.6	10.2	13.0	15.2	15.5	14.6	11.4	8.4	5.0	8.4	5.4	8.2	14.4	10.8	*
* 30.0 *	5.2	5.6	7.0	9.0	10.4	13.2	15.4	15.8	14.9	11.8	8.8	5.5	9.0	6.0	8.6	14.8	11.4	*
* 40.0 *	6.4	7.2	7.6	9.4	11.0	13.5	15.8	16.2	15.4	12.4	9.6	6.6	10.3	6.6	9.2	15.4	12.4	*
* 50.0 *	7.0	8.0	8.2	10.0	11.4	14.2	16.2	16.5	16.0	13.0	10.4	7.6	11.5	7.4	10.0	16.0	13.4	*
* 60.0 *	7.8	8.6	8.7	10.4	12.0	14.6	16.6	17.0	16.6	13.8	11.0	8.4	13.0	8.2	10.6	16.4	14.2	*
* 70.0 *	8.6	9.2	9.4	11.0	12.6	15.4	17.2	17.4	17.2	14.6	11.8	9.4	14.4	9.0	11.2	16.9	15.0	*
* 75.0 *	9.0	9.6	9.8	11.2	13.0	15.6	17.4	17.6	17.4	14.8	12.2	10.0	15.0	9.6	11.5	17.2	15.4	*
* 80.0 *	9.6	10.0	10.0	11.6	13.2	15.0	17.6	18.0	17.8	15.2	12.6	10.8	15.6	10.1	12.0	17.4	16.0	*
* 90.0 *	11.0	11.2	11.2	12.6	14.4	17.2	18.8	19.0	18.6	16.2	13.4	12.2	17.0	11.5	13.0	18.4	17.4	*
* 95.0 *	11.8	12.4	12.0	13.2	15.2	18.2	20.0	19.7	19.6	17.0	14.1	13.4	18.0	12.6	14.2	19.6	18.3	*
* 97.5 *	12.8	13.5	12.8	14.4	16.1	20.3	20.8	21.2	20.4	17.6	14.7	14.5	19.0	13.6	14.8	20.8	19.2	*
* 99.0 *	14.0	14.0	13.6	14.9	18.7	21.4	22.0	23.2	21.6	18.9	15.4	15.4	20.6	14.4	15.9	22.0	20.4	*
* N.OBS	462	395	455	450	434	420	434	420	434	420	434	420	5202	1291	1349	1288	1274	*
* N.FAL	34	57	31	30	62	60	62	60	62	60	62	60	642	153	123	184	182	*
* MEDIA	7.0	7.9	8.2	9.9	11.6	14.4	16.4	16.7	16.0	13.1	10.1	7.6	11.6	7.5	9.9	15.9	13.1	*
* D.PAD	2.97	2.72	2.20	2.05	2.25	2.24	1.85	1.76	2.15	2.44	2.73	3.37	4.25	3.06	2.56	2.21	3.43	*
*MENDR V.	-1.6	-2.0	1.8	2.8	6.0	9.2	11.9	12.5	9.6	5.8	2.2	2	-2.0	-2.0	1.8	9.2	2.2	*
* DIA/MES	17	13	5	6	4	6	4	31	29	31	28	25	13/ 2	13/ 2	5/ 3	6/ 5	28/11	*
* AND	1976	1983	1974	1975	1978	1978	1977	1977	1974	1974	1980	1975	1983	1983	1974	1978	1980	*
*MAIOR V.	14.4	14.6	14.6	15.6	21.8	23.6	24.6	24.4	22.5	22.6	15.6	16.7	24.6	16.7	21.8	24.6	22.6	*
* DIA/MES	7	5	12	17	31	14	14	9	1	2	21	8	14/ 7	3/ 12	31/ 5	14/ 7	2/10	*
* AND	1970	1979	1981	1970	1970	1981	1981	1982	1973	1970	1983	1978	1981	1978	1970	1981	1970	*

ANEXO B Normais de temperatura e Diagrama psicrométrico

ESTACÃO LISBOA/PORTELA

MÉDIAS DE 1951/1980

$\phi = 38^{\circ}46'$; $\lambda = 9^{\circ}08'W$; $g = 9.8004 \text{ m/s}^2$; $\Delta G = 0$; $H_s = 103 \text{ m}$; $H_b = 110 \text{ m}$; $h_1 = 1.5 \text{ m}$; $h_a = 19.5 \text{ m}$; $h_d = 19.5 \text{ m}$; $h_c = 1.5 \text{ m}$

Pressão atmosférica P (mb)		Temperatura do ar								Mês
		1961 - 80						T (°C)		
		\bar{T} (°C)						Max	Min	
No local	Red. ao nível do mar	6 h	12 h	18 h	Mensal	Max	Min	Max	Min	
1005,9	1019,7	8,7	12,1	11,6	10,7	14,2	7,2	20,5	- 1,6	Janeiro
1004,4	1018,1	9,4	13,1	12,6	11,4	15,0	7,7	24,8	- 1,9	Fevereiro
1004,3	1017,9	10,1	14,8	13,9	12,8	17,0	8,7	26,7	1,8	Março
1002,6	1016,1	11,6	17,1	15,3	14,7	19,2	10,2	29,8	2,8	Abril
1003,2	1016,6	13,8	19,9	17,8	17,1	21,9	12,3	35,7	6,0	Maio
1003,7	1016,9	16,4	22,8	20,7	19,8	24,8	14,8	38,8	9,2	Junho
1004,1	1017,3	18,2	25,4	23,0	22,0	27,5	16,5	40,2	11,0	Julho
1003,6	1016,8	18,5	25,8	23,5	22,3	27,8	16,8	39,0	12,0	Agosto
1004,2	1017,5	17,5	24,0	21,8	21,1	26,2	16,0	38,0	9,6	Setembro
1003,9	1017,3	14,9	20,0	18,5	18,0	22,4	13,6	33,5	5,8	Outubro
1005,2	1018,8	11,2	15,3	13,8	13,7	17,5	9,9	28,0	2,2	Novembro
1006,1	1019,9	8,8	12,3	11,5	11,1	14,6	7,6	20,4	- 0,8	Dezembro
1004,3	1017,7	13,3	18,6	17,0	16,2	20,7	11,8	40,2	- 1,9	Ano

Humidade relativa do ar U (%)			Nebulosidade N (0-10)			Insolação I		Precipitação R (mm)		Evapora- ção (mm)	Mês
1961-80								1951-80			
6 h	12 h	18 h	6 h	12 h	18 h	Total (h)	Percent. (%)	Total	Max (diário)		
87	76	79	5	6	6	-	-	109,3	75,8	-	Janeiro
86	72	75	5	6	6	-	-	94,0	47,4	-	Fevereiro
83	67	69	5	6	5	-	-	95,2	94,4	-	Março
81	61	66	5	6	5	-	-	49,6	36,9	-	Abril
80	58	63	5	5	4	-	-	39,7	35,2	-	Maio
79	55	61	4	4	4	-	-	20,4	37,0	-	Junho
77	51	59	3	2	2	-	-	2,2	16,0	-	Julho
77	50	55	3	2	3	-	-	6,2	36,4	-	Agosto
82	56	62	4	4	4	-	-	21,3	43,6	-	Setembro
84	65	70	5	5	5	-	-	66,1	81,4	-	Outubro
85	72	77	4	5	5	-	-	95,9	115,4	-	Novembro
85	75	78	5	6	4	-	-	96,8	63,0	-	Dezembro
82	63	68,8	4	5	4	-	-	696,7	115,4	-	Ano

ANEXO C Catálogo SAINT-GOBAIN SGGSTADIP 33.1, 55.1 e 66.1

O isolamento térmico para este tipo de produtos pode ser até três vezes mais baixo que o valor convencional. [43] e [44]

SGG CLIMAPLUS SAFE /SGGCLIMAPLUS PROTECT			
Vidro exterior		SGG PLANISTAR	
Vidro interior		SGG STADIP 33.1	SGG STADIP 44.1
Composição>(1)	(mm)	4(12)33.1	4(12)44.1
Espessura	(mm)	22,5	24,5
Peso	Kg/m	25,5	30,5
Posição da capa baixa emissivo	face	2	2
Factores luminosos			
TI	%	70	69
Rle	%	12	12
Rli	%	13	13
TUV	%	<1	<1
Factores energéticos			
Te	%	37	36
Re ext	%	32	32
AE1	%	26	26
AE2	%	4	5
Factor solar g		0.42	0.42
Coef. de Sombreamento		0.48	0.48
Coef. U ar	W/(m²	1.6	1.6
Coef. U argon	W/(m²	1.3	1.3

Vidro Laminado					
SGG>STADIP SILENCE>(1)		33.1A	44.1A	55.1A	66.1A
Espessura	(mm)	6	8	10	12
Peso	Kg/m2	15.5	20.5	25.5	30.5
Factores luminosos					
TI	%	88	87	86	85
Rle	%	8	8	8	8
Rli	%	8	8	8	8
TUV	%	2	2	2	2
Factores energéticos					
Te	%	74	71	68	65
Re ext	%	7	7	7	6
AE1	%	7	7	7	7
AE2	%	19	22	25	28
Factor solar g		0.79	0.77	0.75	0.73
Coef. de Sombreamento		0.91	0.88	0.86	0.84
Coef. U	W/(m².K)	5.7	5.7	5.6	5.5
Índice de atenuação acústica>(3)					
RW	dB	36	37*	38	39
C	dB	-1	-1	-1	0
Ctr	dB	-3	-2	-2	-3
RA	dB	35	36	37	39
RA,tr	dB	33	35	36	36

ANEXO D Tabelas dos vãos envidraçados

Janelas

Vão	Caixilharia	Larg.	Alt.	dj	U _f (W/m².K)	U _g (W/m².K)	A _f (m²)	A _g (m²)	A _{vão}	Lg (m)	ψg	U _w (W/m².K)
VE2	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	3	1,2	3	3,25	5,6	0,45	3,15	3,60	3,76	0,06	2,86
VE3	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	1,8	1,2	3	3,25	2,7	0,31	1,79	2,10	2,51	0,06	1,54
VE3'	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	1,1	1,2	3	3,25	2,7	0,24	1,08	1,32	1,86	0,06	1,59
VE4	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	0,6	0,6	3	3,25	2,7	0,12	0,24	0,36	0,76	0,06	1,81
VE5	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	1,3	0,6	3	3,25	2,7	0,19	0,56	0,75	1,41	0,06	1,69
VE6	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	1,5 diâm.		3	3,25	2,7	0,96	2,57	4,71	4,02	0,06	1,69
VE9	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	5	0,6	3	3,25	2,7	0,60	2,40	3,00	5,16	0,06	1,62
VE10	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	3,7	0,6	3	3,25	2,7	0,46	1,73	2,19	3,81	0,06	1,63
VE13	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	3	0,6	3	3,25	2,7	0,38	1,42	1,80	3,16	0,06	1,64
VE14	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	2,1	2,3	3	3,25	2,7	0,47	4,26	4,73	3,91	0,06	1,47
VE15	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	1,5	2,3	3	3,25	2,7	0,40	2,97	3,38	3,31	0,06	1,50
VE17	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	0,6	1,2	3	3,25	2,7	0,19	0,53	0,72	1,36	0,06	1,70

Portas envidraçadas

Vão	Caixilharia	Larg.	Alt.	dj	U _f (W/m².K)	U _g (W/m².K)	A _f (m²)	A _{g(m²)}		Lp(m)	ψp	Ud (W/m².K)
VE7	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	0,9	2	3	3,25	2,7	0,31	1,49	1,80	2,46	0,06	1,57
VE8	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	1,3	2,7	3	3,25	2,7	0,43	3,08	3,51	3,56	0,06	1,51
VE14'	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	0,9	2,6		3,25	2,7	0,37	1,93	2,30	3,01	0,06	1,56
VE15'	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	0,9	2,6		3,25	2,7	0,37	1,93	2,30	3,01	0,06	1,56
VE16	Caixilharia de alumínio extrudido, com corte térmico de 110mm	0,9	2,2	3	3,25	2,7	0,33	1,65	1,98	2,66	0,06	1,57

Sala N°	Designação	VE
1	ANTECÂMARA	VE1/VE1'
2	SALA DE ESPERA	
3	ATENDIMENTO / SECRETARIA	VE2
4	CIRCULAÇÃO	VE8/VE7
5	GABINETE MÉDICO 1	VE3
6	GABINETE MÉDICO 2	VE3
7	GABINETE MÉDICO 3	VE3
8	GABINETE MÉDICO 4	VE3
9	GABINETE TÉCNICO	-
10	SALA DE REUNIÕES POLIVALENTE	VE2'
11	COPA	VE3'
12	ENFERMARIA / SALA DE PENSOS	-
13	SALA DE ACAMADOS / ÁREA DE MACAS	VE12
14	ESTERILIZAÇÃO	VE17
15	ÁREA DE LIMPOS	-
16	ÁREA DE SUJOS	VE16
17	ÁREA DO SERVIÇO DE LIMPESA	VE4
18	ARMAZEM	-
19	ÁREA DO BASTIDOR	-
20	I.S. / VESTIÁRIOS HOMENS - UTENTES	VE5
21	I.S. / VESTIÁRIOS MULHERES - UTENTES	VE5
22	I.S. / UTENTES COM MUBILIDADE CONDICIONADA	VE4
23	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS HOMENS - FUNCIONÁRIOS	-
24	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOSMULHERES - FUNCIONÁRIOS	-
25	I.S.	-
26	SALA DAS CÂMARAS	VE10/VE6/VE9/VE11
27	ÁREA TÉCNICA DAS CÂMARAS	-

ANEXO E Esquemas Iluminação

ANEXO F Densidade de cargas para equipamentos de escritório ASHRAE Handbook Fundamentals

Table 11. Recommended Load Factors for Various Types of Offices

Load Density of Office	Load Factor, W/m ²	Description
Light	5.4	Assumes 15.5 m ² /workstation (6.5 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer, monitor, and fax diversity 0.67, printer diversity 0.33.
Medium	10.8	Assumes 11.6 m ² /workstation (8.5 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer, monitor, and fax diversity 0.75, printer diversity 0.50.
Medium/Heavy	16.1	Assumes 9.3 m ² /workstation (11 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer and monitor diversity 0.75, printer and fax diversity 0.50.
Heavy	21.5	Assumes 7.8 m ² /workstation (13 workstations per 100 m ²) with computer and monitor at each plus printer and fax. Computer and monitor diversity 1.0, printer and fax diversity 0.50.

Source: Wilkins and Hosni (2000).

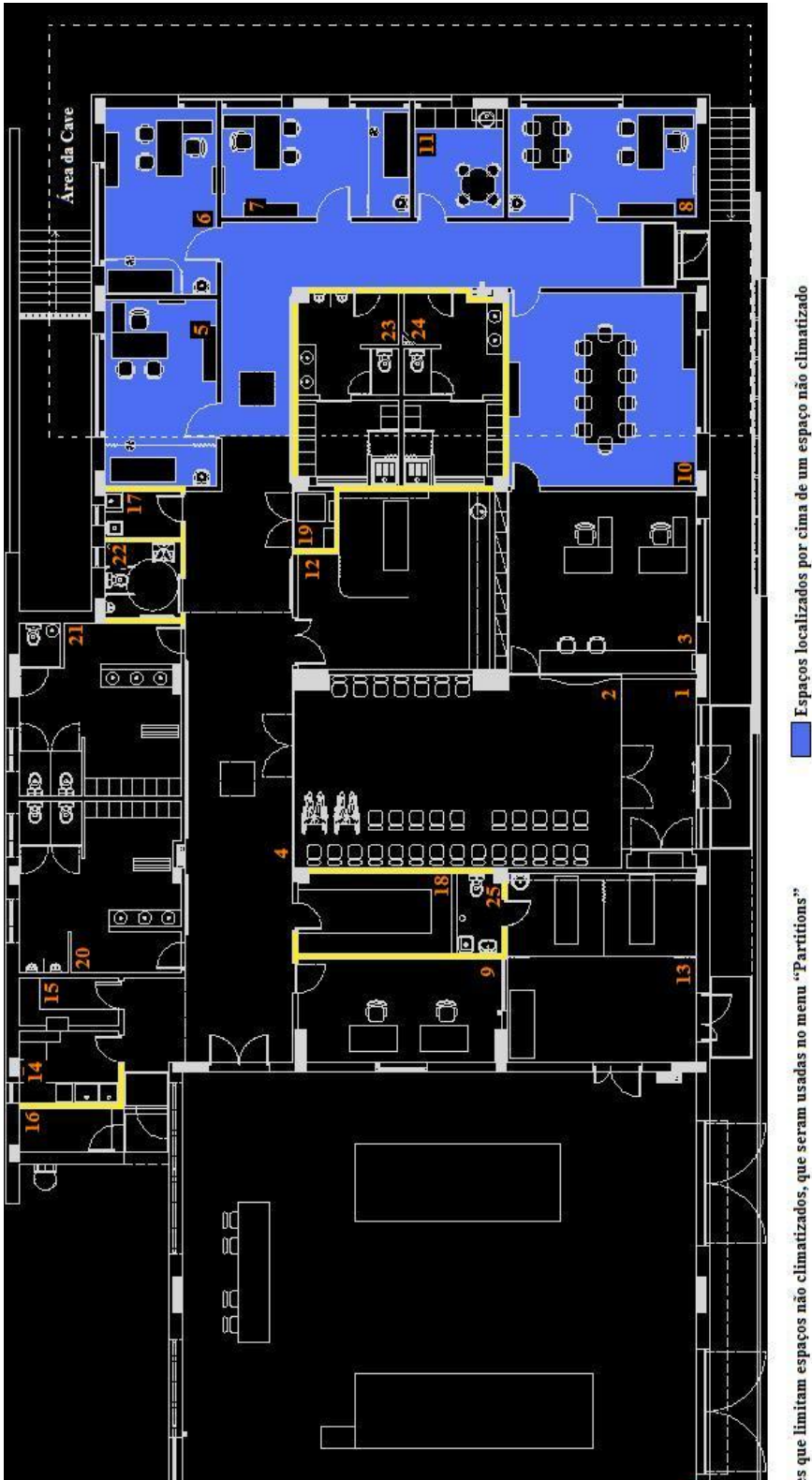
Table 12. Cooling Load Estimates for Various Office Load Densities

Load Density ^a	Number	Each, W	Total, W	Diversity	Load, W
Light					
Computers	6	55	330	0.67	220
Monitors	6	55	330	0.67	220
Laser printer—small desk top	1	130	130	0.33	43
Fax machine	1	15	15	0.67	10
Total Area Load					494
Recommended equipment load factor = 5.4 W/m ²					
Medium					
Computers	8	65	520	0.75	390
Monitors	8	70	560	0.75	420
Laser printer—desk	1	215	215	0.5	108
Fax machine	1	15	15	0.75	11
Total Area Load					929
Recommended equipment load factor = 10.8 W/m ²					
Medium/Heavy					
Computers	10	65	650	1	650
Monitors	10	70	700	1	700
Laser printer—small office	1	320	320	0.5	160
Facsimile machine	1	30	30	0.5	15
Total Area Load					1525
Recommended equipment load factor = 16.1 W/m ²					
Heavy Load Density^a					
Computers	12	75	900	1	900
Monitors	12	80	960	1	960
Laser printer—small office	1	320	320	0.5	160
Facsimile machine	1	30	30	0.5	15
Total Area Load					2035
Recommended equipment load factor = 21.5 W/m ²					

Source: Wilkins and Hosni (2000).

^a See Table 11 for descriptions of load densities.

ANEXO G Particularidades das salas



ss que limitam espaços não climatizados, que seram usadas no menu "Partitions"

ANEXO H Systems Design Report air System sizing summary from HAP

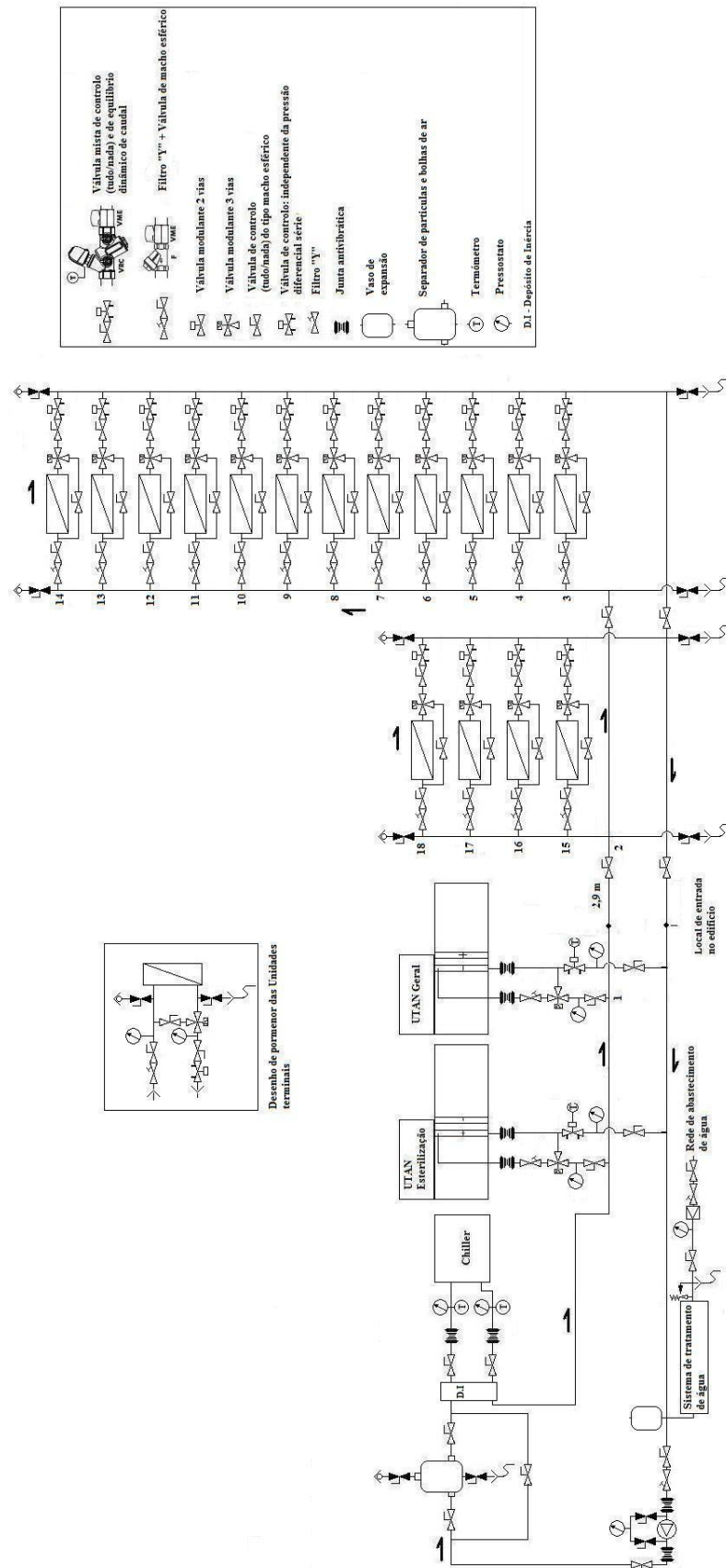
ANEXO I Cortes construtivos verticais e horizontais

ANEXO J Catálogos dos sistemas selecionados

ANEXO K Tabela das perdas de carga nas tubagens

ANEXO L Catálogo das bombas hidráulicas selecionadas

ANEXO M Esquema unifilar hidráulico



ANEXO N Desenhos da distribuição dos sistemas e condutas

ANEXO O Fugas de ar pelas portas

Cálculo e controlo de variação de pressão do ar em função do caudal de fuga através de uma porta

$$V = A \alpha \sqrt{(2 \Delta P v)}$$

Em que:

V: Caudal em m³/s

A: Área de Passagem do Ar em metros

ΔP: Diferencial de Pressão em Pa

α: Coeficiente de Descarga (0,85 para o caso de portas)

v: Volume específico do ar nas condições da sala em m³/kg

Cálculo para uma Porta simples:

Área de fuga

Topo e lados	2,0	mm
chão	5,0	mm
Área da porta	1,600	m ²
Inserir Largura	0,800	m
Inserir Altura	2,000	m
Caixa da porta	1,614	
largura	0,804	m
altura	2,007	m
diferença	0,014	m ²

Área de fuga

Topo e lados	2,0	mm
chão	5,0	mm
Área da porta	2,800	m ²
Inserir Largura	1,400	m
Inserir Altura	2,000	m
Caixa da porta	2,818	m ²
largura	1,404	m
altura	2,007	m
diferença	0,018	m ²

Cálculo para uma Porta dupla:

Rácio de fuga a uma determinada pressão (m³/s)

ΔP (Pa)	2,50	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00
Porta simples	0,024	0,034	0,048	0,058	0,068	0,076	0,083	0,089
Porta dupla	0,031	0,044	0,062	0,077	0,088	0,099	0,108	0,117

Rácio de escoamento a uma determinada velocidade (m³/s)

Velocidade m/s	0,25	0,50	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
Porta simples	0,403	0,807	1,614	1,936	2,259	2,582	2,905	3,227
Porta dupla	0,704	1,409	2,818	3,381	3,945	4,509	5,072	5,636

ANEXO P Parâmetros do HAP para a UTAN ESP

Separadores	Menus	Items	Dados
General		Air System Name	UTAN ESP.
		Equipment Type	Chilled Water Air Handling Units
		Air System type	CAV - Single Zone
System Components	Ventilation air	Air flow	Constant
		Ventilation Sizing Method	Sum of space AO airflows
		Damper Leak Rate	5%
		Outdoor Air CO2 Level	400ppm
	Economizer	Integrated dry-bulb control	
		Upper Cutoff	25
		Lower Cutoff	20
	Humidification	Minimum RH Setpoint	40%
		Humidifier Type	Self-contained Steam - Elettric
		Input Power	0,1
	Dehumidification	Maximum RH Setpoint	50%
		supply Temp.	17°C
	Central cooling	Coil Bypass Factor	0,1
		Cooling Source	Chilled Water
		Schedule	M,J,J,A,S
		Capacity Control	Cycled or Staged Capacity,Fan on
	Central Heating	Design Temperature	35
		Heating Source	Hot Water
		Schedule	J,F,M,A,M,O,N,D
		Capacity Control	Cycled or Staged Capacity,Fan on
	Supply Fan	Fan Type	Forward Curved with Var.Vreq.Drive
		Configurations	Draw-Thru
		Total Static	1820
		Overall Efficiency	48%
	Return Fan	Fan Type	Forward Curved with Var.Vreq.Drive
		Total Static	770
		Overall Efficiency	48%
Zone Components	Spaces	Esterilização	
		Área de limpos	
	Thermostatats	Cooling T-stat Setpoints	25-25
		Heating T-stat Setpoints	24-20
		T-stat Throttling Range	1°K
		Diversity Factor	100%
	Supply Terminals	Terminal type	Diffuser
		Minimum Airflow	8 ACH
Sizing Data	Sistem Sizing	Chilled Water Delta-T	5 °K
		Hot Water Delta-T	10°K
	Zone Sizing	Safty factors	5%

ANEXO Q Dimensões condutas

Condutas de insuflação

	Troço	Insuflação (l/s)		Dimensões (D(mm))	Dimensões (LxA)	Pa/m
Terraço	UTAN - A	2064		450	350 x 500	3,8
	A - C	1253,8		360	275X400	4,1
	A - B	810,2		315	275X300	3,8
Dimensionamento ramo 1	D-D'	70	70	160		1,1
	D-E	740,2	740	315	300X275	2,9
	E-E'	70	70	160		1,1
	E-F	670,2	670	315	300X275	2,5
	F-G	210	210	200		2,8
	G-G'	45	45	125		1,7
	G-F	165	165	200		1,7
	F'-F"	82,5	80	160		1,5
	F-H	460,2	460	250		3,5
	H-H'	125	125	160		2,9
	H-H"	62,5	60	160		0,8
	H-I	335,2	340	250		2
	I-I'	50	50	160		0,6
	I-J	285,2	290	250		1,6
	J-J'	40	40	125		1,6
	J-K	245,2	250	250	300X175	1,4
	K-K'	47,6	50	160		0,6
	K-L	197,6	200	250		0,6
	L-L'	47,6	50	160		0,6
	L-M	150	150	200		1,5
	M-M'	50	50	160		0,6
	M-N	100	100	200		0,7
	N-O	50	50	160		0,6
	N-O'	50	50	160		0,6
Dimensionamento ramo 2	P-P'	60	60	125		1,7
	P-Q	1193,8	1195	360	400X275	3,5
	Q-Q'	204,5	200	250		1
	Q-R	989,3	990	360	400X275	3
	R-R'	204,5	200	250		1
	R-S	784,8	890	315	400X225	3,6
	S-S'	40	40	125		1,6
	S-T	744,8	750	315	400X225	3
	T-T'	47,6	50	160		0,6
	T-U	697,2	700	315	500X175	2,8
	U-V	315	315	250		1,9
	V-V'	157,5	160	200		1,5
	V-V"	157,5	160	200		1,5
	U-X	382,2	380	250		3
	X-Y	287,0	290,0	250	300X175	1,6
	Y-Y'	146,0	145,0	200		1,3
	Y-Y"	141,0	140,0	200		1,2
	X-W	95,2	100,0	200		0,7
	W-W'	47,6	50	160		0,6
	W-Z	47,6	50	160		0,6
UTAN ESP	,1-2	133,0	135,0	200,0		1
	1-1'	74,0	75,0	160,0		0,8
	2-2'	59,0	60,0	160,0		0,8

Conduas de extração

	Troço	Extração (l/s)		Dimensões (D(mm))	Dimensões (LxA)	Pa/m
Terraço	UTAN	1988		500	350 x 500	2
	E13S-E2S	864		360	275X400	2
	E1S-E2S	1124		400	275X500	2
Dimensionamento ramo 1	E13-E14	1124	1124	400	500X275	1,9
	E14-E15	240	240	250		1,3
	E15-E15'/E16-E16'	60	60	125		2,9
	E15-E16	180	180	200		2
	E16-E17	120	120	160		2,8
	E17-E17'/E17-E18	60	60	125		2,9
	E14-E19	884	890	400	500X275	1,4
	E19-E19'/E20-E20'/E21-E21'/E22-E22'	50	50	125		2
	E19-E20	834	840	400	500X275	1,3
	E20-E21	784	790	400	500X275	1,1
	E21-E22	734	740	315	350X250	2,9
	E22-E23	684	690	315	350X250	2,8
	E23-E23'/E24-E24'	62,5	65	125		2,9
	E25-E25'/E26-26'	82,5	85	125		2,9
	E23-E24	621,5	625	315	350X250	2,1
	E24-E25	559	560	315	350X250	1,8
	E25-E26	476,5	475	315	350X250	1,4
	E26-E27	394	390	250	275X200	2,8
	E26-E26'/E27-E27'	157,5	155	200	275X125	1,5
	E27-E28	236,5	235	200	275X125	3
	E28-E29	79	80	160		1,5
Dimensionamento ramo 2	E1-E2	134	135	160		3
	E2-E2"	94	95	160		2
	E2"-E2'	25	25	100		1,8
	E2"-E2'''	69	70	160		1,5
	E2-E3	40	40	125		1,5
	E1-E4	730	730	360	400X275	1,9
	E4-E4'/E5-E5'	187,5	190	200		2
	E4-E5	542,5	540	315	400X225	1,8
	E5-E6	355	350	250		2,1
	E6-E6'/E7-E7'	87,5	90	160		1,9
	E6-E7	267,5	260	200		3
	E7-E8	180	170	160		3
	E8-E8'	90	85	160		1,1
	E8-E9	90	85	160		1,1
UTAN ESP	E39-E40	65	65	160		1,1
	E39-E39'	25	25	100		1,8
	E40-E40'	40	40	125		1,5

Extração Independente

	Troço	Extração (l/s)	Dimensões (D(mm))	Dimensões (LxA)	Pa/m
Terraço	EI2S-EI3S	179	160		2
	EII S-EI2S	105	160	125X175	1,5
	EI6S-EI2S	74	135	100X150	2
Ramo 1	EII-EII'	105	160	175X125	1,5
	EII'-EI5	35	125		1,5
	EII-EI2	70	160	175X125	1,5
	EI2-EI2'	20	100		1,5
	EI2-EI3	50	125		2
	EI3-EI3'	40	125		1,5
	EI3-EI4	10	63		2
	EI4-EI4'	5	63		2
	EI4-EI4''	5	63		2
	EI4-EI5	34	90		2
	EI6-EI7	74	160	225X100	2
m					

Dimensões normalizadas de condutas

Diâmetro Nominal	Diâmetro exterior	Diâmetro interior
<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>
63	63 - 63.5	61.8 - 62.3
80	80 - 80.5	78.8 - 79.3
100	100 - 100.5	98.8 - 99.3
125	125 - 125.5	123.8 - 124.3
160	160 - 160.6	158.7 - 159.3
200	200 - 200.7	198.6 - 199.3
250	250 - 250.8	248.5 - 249.3
315	315 - 315.9	313.4 - 314.3
400	400 - 401.0	398.3 - 399.3
500	500 - 501.1	498.2 - 499.3
630	630 - 631.2	628.1 - 629.3
800	800 - 801.6	798.0 - 799.3
1000	1000 - 1002.0	997.9 - 999.3
1250	1250 - 1252.5	1247.8 - 1249.3

ANEXO R Catálogo Sandometal depósito de inércia

ANEXO S Relatório do HAP para o chiller

ANEXO T Relatório do HAP para a caldeira

ANEXO U Desenhos de controlo

ANEXO V Catálogos de componentes utilizados

ANEXO W Justificações, opções e estudos do projeto

Opções Menu “Schedule” tipo de horário (Secção 3.1.3)

Este menu inicia-se com a introdução do nome do Schedule (horário) a definir, solicitando em seguida o tipo de horário em três opções:

1. “Fractional” – Onde se define o horário e comportamento diário em percentagens, muito utilizado para definir os períodos onde há ganhos de calor internos. Ou seja, esta opção dá ao programa um horário e a fração de iluminação, ocupação, controlo especial para ventilação exterior, par uso de equipamentos, cargas sensíveis e latentes e para definição de períodos de uso de água quente.
2. “Fan/Thermostat” – Define-se o período de ocupação para os nossos sistemas. Estes períodos são separados por “occupied” (ocupado) e “unoccupied” (desocupado), onde os Setpoints inseridos no menu “Systems” são usados para controlar a climatização da(s) sala(s). Na situação de desocupado os sistemas funcionam em modo “on-demand”.
3. “Utility Rate Time-of-Day” – Esta opção é utilizada a determinar a utilização dos sistemas em períodos de pico e fora de pico na tarifa elétrica.

Opções para o tipo de pavimento no menu “Spaces” (Secção 3.1.4)

É também definida o tipo de pavimento, o programa disponibiliza quatro tipos de pavimento:

1. “Floor Above Conditioned Space” - Pavimento por cima de um espaço climatizado;
2. “Floor Above Unconditioned Space” - Pavimento por cima de um espaço não climatizado;
3. “Slab Floor On Grade” – A laje do pavimento encontra-se ao nível do chão;
4. “Slab Floor Below Grade” – A laje do pavimento encontra-se abaixo do nível do chão.

Opções para classificação do equipamento no Menu “Systems” (Secção 3.2)

Na escolha da classificação do equipamento a utilizar define-se o tipo de equipamento que está a ser analisado. Esta opção é caracterizada por seis classificações:

1. “Undefined” - Esta opção permite evitar fazer uma escolha tipo de equipamento. É frequentemente utilizada para as estimativas preliminares de carga, em que o tipo de

equipamento não é relevante;

2. “Packaged Rooftop Units” – São equipamentos podem ser apenas utilizados para arrefecimento, podendo também providenciar eletricidade, combustão, água quente, vapor ou aquecimento por bomba de calor;
3. “Packaged Vertical Units” – São equipamentos interiores verticais, podendo ser apenas utilizados para arrefecimento, podem também fornecer eletricidade, combustão, água quente ou vapor de aquecimento.
4. “Split Air Handling Units” – Unidades de tratamento de ar, utilizam uma serpentinas DX para arrefecimento e uma unidade de condensação em separado. Equipamento pode ser utilizado apenas para arrefecimento, podendo ainda fornecer eletricidade, combustão, água quente, vapor ou aquecimento por bomba de calor;
5. “Chilled Water Air Handling Units” – Unidades de tratamento de ar, que utilizam uma serpentina de arrefecimento. O equipamento pode ser apenas para arrefecimento ou também pode fornecer, a combustão, água quente elétrica ou aquecimento de vapor.
6. “Terminal Units” - Esta classe de equipamento envolve unidades de arrefecimento / aquecimento separados localizados em cada zona. Exemplos incluem embalados DX ventilo convetores como PTACs, PTHPs e unidades de janela de ar condicionado, ventilo convetores split DX, unidades com serpentinas hidráulicas e bombas de calor de água.

A informação acima mencionada foi retirada do menu Help do HAP. [45].

Na Unidade geral selecionou-se a opção “Terminal Units”, esta decisão foi tomada com base na necessidade de aquecer ou arrefecer as salas com temperaturas diferentes, isto deve-se ao tipo de utilização que cada sala terá.

Opções para o tipo de Sistema de ar Menu “Systems” (Secção 3.2)

Esta opção, em condicionada pela escolha da classificação, dá um conjunto de soluções apresentadas em oito tipos diferentes, estes são:

1. “Packaged DX Fan Coil”;
2. “Split DX Fan Coil”;
3. “Water Source Heat Pump”;

4. “Ground Water Source Heat Pump”;
5. “Ground Source Heat Pump”;
6. “2-Pipe Fan Coil”;
7. “4-Pipe Fan Coil”;
8. “Variable Refrigerant Flow (VRF)”.

Opções para o item “Ventilation Air” no Menu “Systems” (Secção 3.2)

A primeira opção do item “Ventilation Air” define o tipo de controlo para o fluxo de ar. Nesta opção são disponibilizados, neste exemplo, três possibilidades de escolha:

1. “Constant Control” – O fluxo de ar exterior é constante para todos os períodos e será feito conforme o definido como valor de caudal de projeto, não sendo necessário controlos especiais.
2. “Scheduled” – Refere-se a situações específicas para equipamentos com controlo especial que regula a entrada de ar do exterior conforme um horário definido pelo utilizador.
3. “Demand Controlled Ventilation (DCV)” – Modelos que controlam a entrada de ar exterior através de sensores em cada zona, que medem a quantidade de CO₂. Nesta opção é definido o valor de CO₂ do ar exterior e um intervalo de valores mínimo e máximo para a concentração de CO₂ em cada zona.

Opções para a obtenção do fluxo de ar Menu “Systems” (Secção 3.2)

As opções são:

1. “Sum of Space OA Airflows” – Este método dimensiona a quantidade ar, de projeto, do exterior com o somatório dos caudais de cada sala.
2. “ASHRAE Standard 62-2001” - Este método calcula o caudal de ar necessário pelo procedimento da taxa de ventilação documentado na secção 6.1 da Norma. Para os casos Volume de Ar Variável (VAV) o cálculo é feito considerando duas condições, as caixas de passagem de ar todas abertas e na posição mínima.
3. “ASHRAE Standard 62-2001 (max only)” – Esta opção é para sistemas VAV, é semelhante à opção anterior, com a exceção do cálculo ser feito considerando apenas a

condição das caixas de passagem todas abertas.

4. “ASHRAE Standard 62.1-2004” – Esta opção calcula o caudal de ventilação tendo em conta o rácio de ventilação definido na secção 6.2 desta norma. Esta opção só aparece quando é escolhida esta norma como base para os cálculos de caudal de ventilação.
5. “ASHRAE Standard 62.1-2007” - Esta opção calcula o caudal de ventilação tendo em conta o rácio de ventilação definido na secção 6.2 desta norma. Esta opção só aparece quando é escolhida esta norma como base para os cálculos de caudal de ventilação.

Na UTAN GERAL apenas aparecem a primeira e quinta opção, sendo para este caso selecionado o somatório dos caudais de todas as salas.

Opções para o processo de humificação Menu “Systems” (Secção 3.2)

Neste local define-se um Set point mínimo para o qual o equipamento de humificação da Unidade entra em ação, escolhe-se o tipo de humidificador entre seis opções:

1. “Self-Contained Steam: Electric” – Uma resistência elétrica, colocada dentro de um reservatório de água, aquece o fluido e produz vapor que é injetado no caudal de insuflação.
2. “Self-Contained Steam: Natural Gas” – A combustão do gás natural aquece um reservatório de água e produz vapor que é injetado no caudal de insuflação.
3. “Self-Contained Steam: Propane” - A combustão do gás propano aquece um reservatório de água e produz vapor que é injetado no caudal de insuflação.
4. “Direct Steam Injection” – Vapor limpo proveniente da caldeira é diretamente injetado no caudal de ar de insuflação.
5. “Heated Pan: Steam HX” – O vapor proveniente da caldeira passa por canais imersos num reservatório de água, este fluido por sua vez aquece e produz vapor que é injetado no caudal de ar de insuflação.
6. “Heated Pan: Hot Water HX” – Água quente proveniente da caldeira passa por canais imersos num reservatório de água, este fluido por sua vez aquece e produz vapor que é injetado no caudal de ar de insuflação.

Estudo para o separador “Floors” (Secção 3.2)

O estudo feito nesta secção tem o intuito de ajudar na decisão tomada para o separador

“Floors” na secção 3.1.5, ponto 5. Para esta tomada de decisão determinou-se a área da sala sobre um espaço não climatizado e da área ao nível do solo.

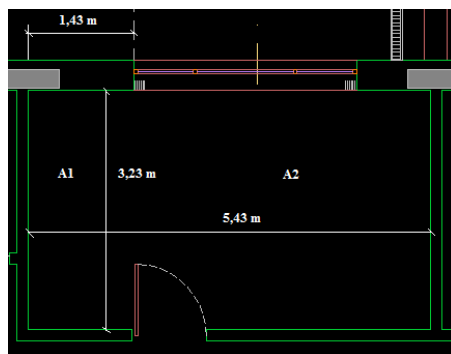


Figura 5.1 – Áreas gabinete médico 1

A área de A1 é de $4,62 \text{ m}^2$ e representa a área ao nível do solo nesta sala, a área A2 é de $12,92 \text{ m}^2$ e representa a área sob espaço não climatizado, sendo a área total $17,54 \text{ m}^2$. Se determinarmos as percentagens correspondentes, verifica-se que A1 corresponde a 26,3% do espaço total da sala, por isso de considerou desprezável.

Escolha de controlo por CO₂ DVC (Secção 3.2)

Como referido na secção 3.2, aqui faz-se uma pequena abordagem caso a opção, para o tipo de controlo, fosse “Demand Controlled Ventilation (DCV)”. Esta faz o controlo do caudal de ar pelas leituras de CO₂. Esta leitura não seria feita por todas as salas abrangidas por esta unidade. Seria colocada uma sonda nas salas onde a taxa de ocupação tivesse variações muito grandes e caso a taxa de ocupação o justificasse. O exemplo mais próximo neste projeto seria a “Sala de reuniões polivalente”, onde a ocupação pode atingir picos máximos em determinadas horas e estar desocupadas em horas seguintes. Isto iria permitir responder à necessidade da sala sempre que necessário sem desperdiçar energia na Unidade de Tratamento de Ar. A desvantagem desta metodologia é o valor associado a cada sensor, o ideal seria ter sondas em cada sala, isto torna um projeto muito dispendioso.

A opção “Base Ventilation Rate” define a taxa mínima de caudal de ar de ventilação para controlo do DCV em percentagem da taxa de caudal de ar de projeto. A taxa de ventilação, refere-se a fontes de poluentes com a exceção dos ocupantes, tais como os de materiais, tapetes ou mobiliário, etc., esta pode variar entre 15% e 50%, dependendo da aplicação. Os valores mais comuns variam entre 20% a 30% [45], visto que o edifício será construído de raiz e que o mobiliário utilizado será relativamente recente, utilizou-se o valor de 20%.

De forma a completar o processo de controlo é necessário definir os limites máximos e mínimos de CO₂ emitido pelas salas, bem como a percentagem das perdas nos controladores (dampers). As perdas de ar contribuem para a perda de energia do mesmo, estas caracterizam-se, neste caso, por uma fuga de ar de forma accidental e podem ser provocadas por várias razões, entre elas fendas, mau dimensionamento, junções deficientes, etc. O valor considerado para as perdas no caso dos controladores (dampers) foi de 5%, é difícil precisar a percentagem das perdas, no entanto como se irá utilizar equipamentos novos considerou-se que estas serão reduzidas.

Os valores mínimos e máximos para os diferenciais de CO₂, representam o intervalo para os quais os controladores vão atuar. Por exemplo, para o diferencial mínimo considerou-se 100ppm, isto significa que:

Considerando o nível de CO₂ ao ar exterior é de 400 ppm e o diferencial mínimo de CO₂ é de 100 ppm. Portanto, quando o nível de CO₂ é de 500 ppm no interior ou inferior, o controlador irá posicionar-se de forma a permitir ar novo pela taxa de ventilação base. Acima de 500 ppm, o controlador irá ajustar o fluxo de ar novo do exterior de forma proporcional ao nível de CO₂ zona. Isto é mostrado no perfil de controlo DCV (fig. 6.2).

No caso do diferencial máximo considerou-se 700 ppm, isto significa que:

- Considerando o nível de CO₂ ao ar livre é de 400 ppm e o diferencial máxima de CO₂ é de 700 ppm. Portanto, quando o nível de CO₂ no interior é de 1100 ppm ou superior, o controle irá posicionar-se de forma a permitir ar novo pela taxa de ventilação de projeto. Abaixo de 1100 ppm, o controlador irá ajustar o fluxo de ar novo do exterior de forma proporcional ao nível de CO₂ zona.

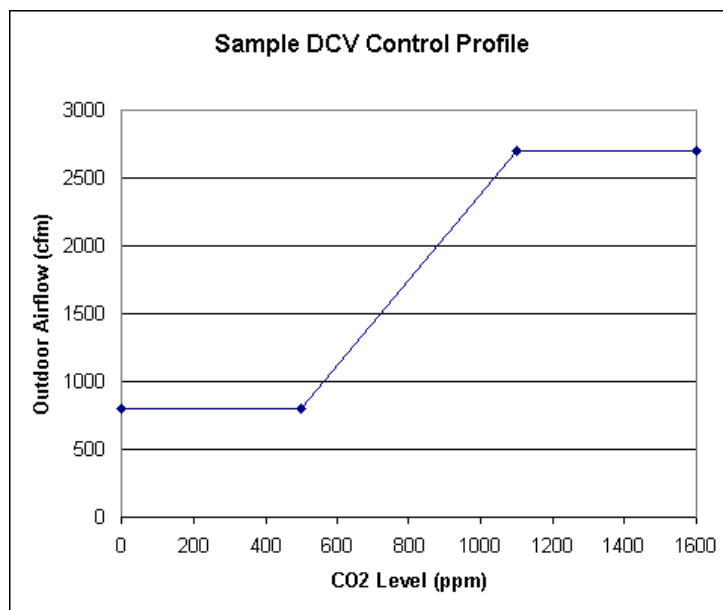


Figura 5.2 – Perfil DCV.

A norma ASHRAE 62.1 – 2007 APENDIX C recomenda que os níveis de CO₂ no interior do espaço não sejam superiores a 700 ppm e que os valores mínimos aceitáveis no seu interior variam entre 300 a 500 ppm [46]. Por este motivo adotaram-se o valor máximo para o diferencial de CO₂ de 200 ppm e o valor mínimo de 100 ppm, o que significa que a sala receberá uma taxa de ar novo a partir de 500 ppm aumentando progressivamente até atingir o valor máximo de 700 ppm (isto para cada sala).

A opção de utilização de controlo por DCV teve como base um estudo realizado pelo “*Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory*” sobre a poupança energética no uso de controlo DCV.

Este documento utiliza o programa EnergyPlus para determinar a potencial poupança energética deste tipo de controlo em cinco condições climáticas típicas do Estado da Califórnia. Recorrendo à normalização em vigor neste Estado (“Title 24”) determina as necessidades a aplicar num edifício de serviços.

Na discussão e conclusão deste documento refere que a relação custo-ciclo de vida, para o controlo DCV, é significativa para rácios de ventilação acima de 38 l/s por pessoa ou em casos de densidade de ocupação muito elevados (10,8 l/s por cada 100m²). Para valores de ventilação mais baixos 13,2 l/s, dados pelo “Title 24”, a relação custo-ciclo de vida é significativa apenas para as condições climáticas mais exigentes testadas (deserto). Para este projeto os rácios de ventilação são apresentados na tabela 6.1

Tabela 5.1 – Caudais dos sistemas

Sala	Espaços	np	Caudal Vent.	Racio
------	---------	----	--------------	-------

Sala 1	ANTECÂMARA	0	0	0,0
Sala 2	SALA DE ESPERA	33	315	9,5
Sala 3	ATENDIMENTO / SECRETARIA	4	165	41,3
Sala 4	CIRCULAÇÃO	2	238	119,0
Sala 5	GABINETE MÉDICO 1	3	50	16,7
Sala 6	GABINETE MÉDICO 2	3	50	16,7
Sala 7	GABINETE MÉDICO 3	3	50	16,7
Sala 8	GABINETE MÉDICO 4	3	50	16,7
Sala 9	GABINETE TÉCNICO	2	40	20,0
Sala 10	SALA DE REUNIÕES POLIVALENTE	10	125	12,5
Sala 11	COPA	3	40	13,3
Sala 12	ENFERMARIA / SALA DE PENSOS	2	45	22,5
Sala 13	SALA DE ACAMADOS / ÁREA DE MACAS	3	60	20,0
Sala 14	ESTERILIZAÇÃO	1	74	74,0
Sala 15	ÁREA DE LIMPOS	1	59	59,0
Sala 16	ÁREA DE SUJOS	1	0	0,0
Sala 17	ÁREA DO SERVIÇO DE LIMPEZA	1	0	0,0
Sala 18	ARMAZEM	1	0	0,0
Sala 19	ÁREA DO BASTIDOR	1	0	0,0
Sala 20	I.S. / VESTIÁRIOS HOMENS - UTENTES	7	141	20,1
Sala 21	I.S. / VESTIÁRIOS MULHERES - UTENTES	7	146	20,9
Sala 22	I.S. / UTENTES COM MOBILIDADE CONDICIONADA	1	0	0,0
Sala 23	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS HOMENS - FUNCIONÁRIOS	8	70	8,8
Sala 24	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS MULHERES - FUNCIONÁRIOS	8	70	8,8
Sala 25	I.S.	1	0	0,0
Sala 26	SALA DAS CÂMARAS	20	409	20,5
Sala 27	ÁREA TÉCNICA DAS CÂMARAS	1	0	0,0

Tendo em conta o documento acima referenciado e pela análise da tabela encontram-se salas cujo rácio ultrapassa o valor estipulado, no entanto estes espaços são locais que vão estar permanentemente ocupados, por este motivo não foi considerado este tipo de controlo. Nas restantes salas pelo raio apresentado este tipo de controlo não se justifica. [47]

Escolha da Humidade Relativa para a UTAN GERAL (Secção 3.2)

Para verificar se o valor é suficiente executou-se o relatório no menu “View design reports” (ANEXO H), com este é possível verificar as condições de saída do sistema. Nestas verifica-se a temperatura de saída de bolbo seco e bolbo húmido, no campo “Cooling Coil Sizing Data” em “Leaving DB/WB” e simula-se no diagrama psicrométrico, a partir do cruzamento entre as duas temperaturas obtém-se a humidade absoluta deste ponto, com este valor cruza-se com a temperatura de projeto considerada ideal para os espaços (22°C) e verifica-se a HR.

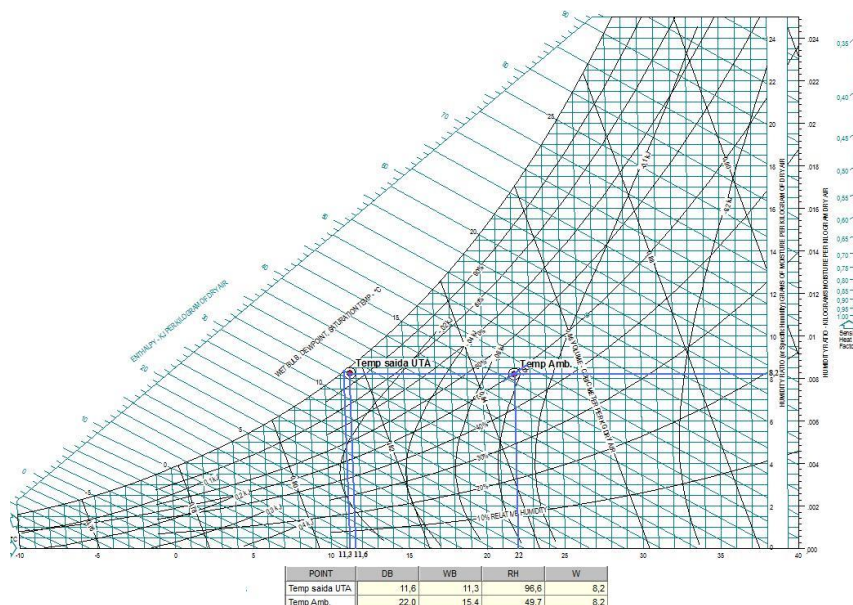


Figura 5.3 – Representação da HR para as temperaturas do sistema

Pela observação da figura 6.3 é possível verificar que para este sistema, os 50% projetados para a HR são suficientes, ou seja, a serpentina de arrefecimento não chega a condensar a humidade gerada pelo humidificador e por este motivo não é necessário aumentar a HR.

Métodos utilizados no dimensionamento de condutas

O método “Equal-Friction”, dimensiona as condutas para uma perda de carga constante recorrendo ao gráfico de fricção da fig. 9 do cap. 21.8 [1]. Nesta figura é conciliada, velocidades, caudais, perdas de carga, dimensões e sugere uma zona de fricção e velocidades de ar a utilizar.

O método “Static Regain”, só pode ser utilizado quando o gás que percorre a conduta é o ar. Consiste no cálculo da pressão estática no acoplamento de divergência de caudal, pela alteração das dimensões da conduta a jusante, este método utiliza um conjunto de fórmulas que permitem calcular o diferencial na pressão estática e executa-la até o diferencial for igual a zero.

“T-method”, é um procedimento dinâmico com base na ideia “tee-staging” de Bellman’s (1957), com a exceção da aplicação vetorial que não é utilizada devido à otimização por cada troço. Esta metodologia é um processo iterativo e determina o caudal em cada troço para sistemas em que é conhecida a curva de performance do ventilador. Obtém soluções com elevado grau de precisão.

Os métodos a utilizar neste dimensionamento de condutas para vapores, fumos e gases são o

método “Equal-Friction” (Perda de carga constante), o método “Static Regain” (Recuperação estática), o “T-method” e o método da redução das velocidades. (Estes métodos são brevemente apresentados no ANEXO W, métodos de dimensionamento de condutas).

O método da redução das velocidades, é uma metodologia proposta pelo manual da Carrier. Normalmente recorre-se a este método para de uma forma rápida obter o dimensionamento das condutas com uma precisão razoável, este deve ser utilizado para sistemas simples. Por este método não ter em consideração de uma forma precisa as perdas de carga, pode levar a erros de dimensionamento. Ou seja em sistemas mais complexos as perdas de carga podem ser grandes, pois têm uma rede maior de condutas, isto pode levar a caudais diferentes do pretendido. Para prevenir esta situação, nestes sistemas prevê-se a utilização de registos de caudal (Dampers) nas condutas para compensar as perdas não contabilizadas.

ANEXO X Norma EN13779 – Perdas de carga nos componentes

Table A.8 — Examples for pressure drops for specific components in air handling systems

Component	Pressure losses in Pa		
	Low	Normal	High
Ductwork supply	200	300	600
Ductwork exhaust	100	200	300
Heating coil	40	80	100
Cooling coil	100	140	200
Heat recovery unit H3 ^a	100	150	250
Heat recovery unit H2-H1 a ⁾	200	300	400
Humidifier	50	100	150
Air washer	100	200	300
Air filter F5-F7 per section ^b	100	150	250
Air filter F8-F9 per section ^b	150	250	400
HEPA Filter	400	500	700
Gas Filter	100	150	250
Silencer	30	50	80
Terminal device	30	50	100
Air inlet and outlet	20	50	70
^a Class H1 – H3 according to EN 13053.			
^b Final pressure drop before replacement.			

UTAN GERAL+VE	Extração		
	Componentes	Quedas pressão Normal (Pa)	Quedas pressão Sum (Pa)
	Rede de admissão		
	Admissão	50	50
	Filtro G4	150	200
	Recuperador	150	350
	Bomba de extração	0	350
	Saída	50	
	Rede de extração	200	200
	UTAN		
	Componentes	Quedas pressão Normal (Pa)	Quedas pressão Sum (Pa)
	Rede de admissão	300	300
	Admissão	50	350
	Filtro G4	150	500
	Recuperador	150	650
	Humidificador	100	750
	Serpentina arrefecimento	140	890
	Serpentina aquecimento	80	970
	Bomba de insuflação	0	970
	Filtro F7	150	1120
	Saída	50	1170
	Rede de insuflação	200	1370
UTA ESP			
Componentes	Quedas pressão Normal (Pa)	Quedas pressão Sum (Pa)	
Rede de admissão	300	300	
Admissão	50	350	
Filtro G4	150	500	
Recuperador	150	650	
Bomba de insuflação	0	650	
Monitorização	50	700	
Filtro G4	150	850	
Serpentina arrefecimento	80	930	
Serpentina aquecimento	140	1070	
Humidificador	100	1170	
Bomba de insuflação	0	1170	
H12	300	1470	
Saída	50	1520	
Rede de insuflação	200	1720	
Ventiloconvetores			
Componentes	Quedas pressão Normal (Pa)	Quedas pressão Sum (Pa)	
Rede de admissão	0	0	
Admissão	50	50	
Serpentina arrefecimento	40	90	
Serpentina aquecimento	100	190	
Bomba de insuflação	0	190	
Filtro G4	100	290	
Saída	50	340	

ANEXO Y Tabela síntese de difusores e grelhas

Difusores

Espaços		Nº de difusores	Insuflação / Recirculações* (l/s)	Modelo
Sala 1	ANTECÂMARA	0	0	
Sala 2	SALA DE ESPERA	5	157,5	AT 225X75
			157,5	AT 225X75
			261	DLQ-AK-M/625
			261	DLQ-AK-M/625
			261	DLQ-AK-M/625
Sala 3	ATENDIMENTO / SECRETARIA	2	127	ADLQ-3/300
			127	ADLQ/300
Sala 4	CIRCULAÇÃO	5	50	ADLQ/250
			50	ADLQ/250
			50	ADLQ/250
			50	ADLQ/250
			50	ADLQ/250
Sala 5	GABINETE MÉDICO 1	1	50	ADLQ/250
Sala 6	GABINETE MÉDICO 2	1	50	ADLQ/250
Sala 7	GABINETE MÉDICO 3	1	50	ADLQ/250
Sala 8	GABINETE MÉDICO 4	1	50	ADLQ/250
Sala 9	GABINETE TÉCNICO	1	40	ADLQ/250
Sala 10	SALA DE REUNIÕES POLIVALENTE	2	65	ADLQ-3/250
			65	ADLQ-3/250
Sala 11	COPA	1	40	ADLQ/250
Sala 12	ENFERMARIA / SALA DE PENSOS	1	45	ADLQ/250
Sala 13	SALA DE ACAMADOS / ÁREA DE MACAS	1	60	ADLQ/250
Sala 14	ESTERILIZAÇÃO	1	75	TFM
Sala 15	ÁREA DE LIMPOS	1	60	TFM
Sala 16	ÁREA DE SUJOS	0	0	
Sala 17	ÁREA DO SERVIÇO DE LIMPEZA	0	0	
Sala 18	ARMAZEM	0	0	
Sala 19	ÁREA DO BASTIDOR	0	0	
Sala 20	I.S. / VESTIÁRIOS HOMENS - UTENTES	1	140	ADLQ/300
Sala 21	I.S. / VESTIÁRIOS MULHERES - UTENTES	1	145	ADLQ/300
Sala 22	I.S. / UTENTES COM MOBILIDADE CONDICIONADA	0	0	
Sala 23	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS HOMENS - FUNCIONÁRIOS	1	70	ADLQ/250
Sala 24	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS MULHERES - FUNCIONÁRIOS	1	70	ADLQ/250
Sala 25	I.S.	0	0	
Sala 26	SALA DAS CÂMARAS	1	135	ADLQ/300
			135	ADLQ/300
			135	ADLQ/300
			135	ADLQ/300
			135	ADLQ/300
			135	ADLQ/300
			135	ADLQ/300
			135	ADLQ/300
			205	X-GRILLE-Basic-A 825X225
			205	X-GRILLE-Basic-A 825X225
Sala 27	ÁREA TÉCNICA DAS CÂMARAS	0	0	

*As recirculações foram retiradas dos relatórios do HAP no ANEXO H.

A marca deste difusores é “TROX”

Grelhas de extração

Espaços		Nº de Grelhas	Extração (l/s)	Grelhas		Grelhas portas	
				Marca	Modelo	Marca	Modelo
Sala 1	ANTECÂMARA		0				
Sala 2	SALA DE ESPERA	2	157,5	TROX	VAT 225X75		
			157,5	TROX	VAT 225X75		
Sala 3	ATENDIMENTO / SECRETARIA	2	82,5	TROX	VAT 225X75		
			82,5	TROX	VAT 225X75		
Sala 4	CIRCULAÇÃO	0					
Sala 5	GABINETE MÉDICO 1	1	50	TROX	VAT 225X75		
Sala 6	GABINETE MÉDICO 2	1	50	TROX	VAT 225X75		
Sala 7	GABINETE MÉDICO 3	1	50	TROX	VAT 225X75		
Sala 8	GABINETE MÉDICO 4	1	50	TROX	VAT 225X75		
Sala 9	GABINETE TÉCNICO	1	40	TROX	VAT 225X75		
Sala 10	SALA DE REUNIÕES POLIVALENTE	2	62,5	TROX	VAT 225X75		
			62,5	TROX	VAT 225X75		
Sala 11	COPA	1	74	TROX	VAT 225X75		
Sala 12	ENFERMARIA / SALA DE PENSOS	1	79	TROX	VAT 225X75		
Sala 13	SALA DE ACAMADOS / ÁREA DE MACAS	1	69	TROX	VAT 225X75		
Sala 14	ESTERILIZAÇÃO	1	40	TROX	VAT 225X75		
Sala 15	ÁREA DE LIMPOS	1	25	TROX	VAT 225X75		
Sala 16	ÁREA DE SUJOS	1	35	TROX	VAT 225X75		
Sala 17	ÁREA DO SERVIÇO DE LIMPEZA	1	5	TROX	VAT 225X75		
Sala 18	ARMAZEM	1	20	TROX	VAT 225X75		
Sala 19	ÁREA DO BASTIDOR	1	5	TROX	VAT 225X75		
Sala 20	I.S. / VESTIÁRIOS HOMENS - UTENTES	1	175	TROX	VAT 225X75		
Sala 21	I.S. / VESTIÁRIOS MULHERES - UTENTES	1	180	TROX	VAT 225X75		
Sala 22	I.S. / UTENTES COM MOBILIDADE CONDICIONADA	1	40	TROX	VAT 225X75	TROX	AR525X125
Sala 23	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS HOMENS - FUNCIONÁRIOS	1	120	TROX	VAT 225X75	TROX	AR725 X 525
Sala 24	I.S. / BALN. / VESTUÁRIOS MULHERES - FUNCIONÁRIOS	1	120	TROX	VAT 225X75	TROX	AR725 X 525
Sala 25	I.S.	1	25	TROX	VAT 225X75		
Sala 26	SALA DAS CÂMARAS	2	187,5	TROX	SL-AG 625X225 M1		
Sala 26	SALA DAS CÂMARAS	2	187,5	TROX	SL-AG 625X225 M1		
Sala 27	ÁREA TÉCNICA DAS CÂMARAS	0	0				

ANEXO Z Zonas de conforto no Verão e Inverno

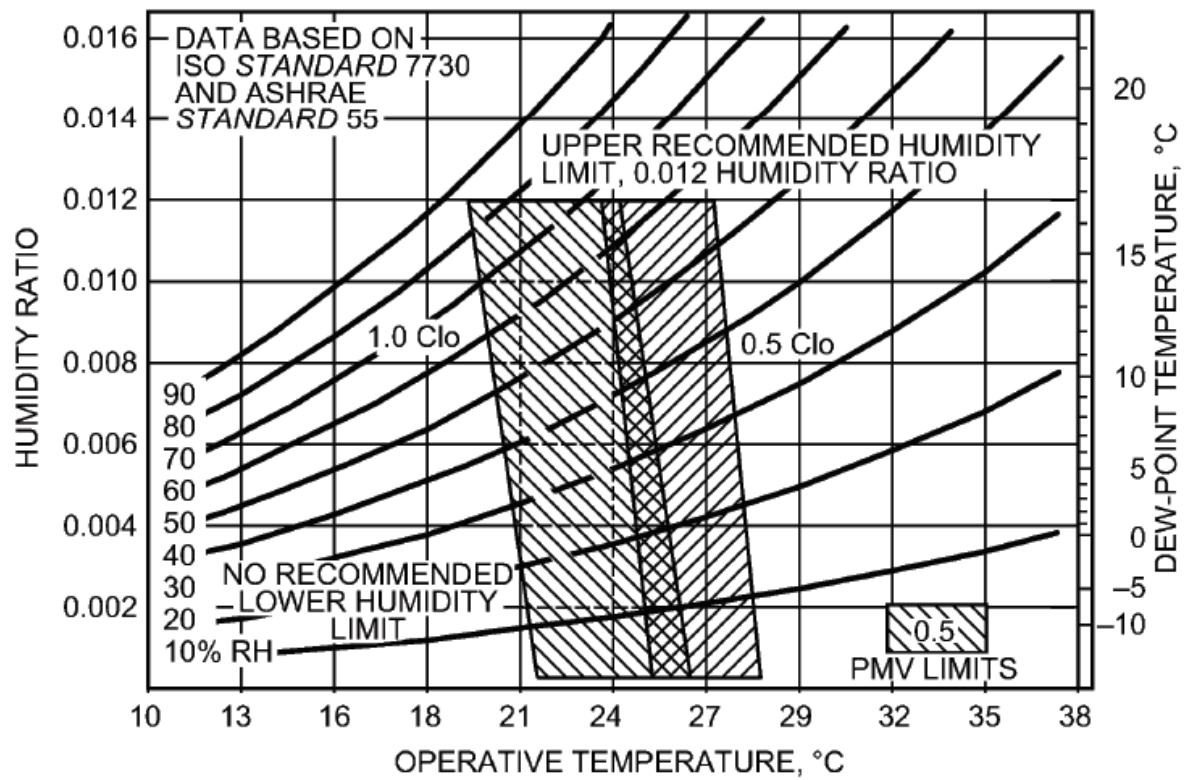


Figura 5.4 – Figura 5 do ASHRAE Fundamentals 2009, Cap.9.12

ANEXO AA Lista de material